

FORTSCHRITTE DER MINERALOGIE

Herausgegeben
von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft
unter der Redaktion von
Dr. W. Kleber

Professor an der Humboldt-Universität Berlin

37. Band
(Jahrgang 1959)
Heft 1

Mit Tafel 1—7, 1 Bildnis sowie 18 Abbildungen und 6 Tabellen im Text



STUTTGART 1959
E. SCHWEIZERBART'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
(NÄGELE u. OBERMILLER)

Fortschr. Miner.	37	1	I—IV, 1—115	Stuttgart, Juli 1959
------------------	----	---	-------------	----------------------

Die „Fortschritte der Mineralogie“ werden von der „Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (e. V.)“ herausgegeben, deren Zweck es ist, Mineralogie, Kristallographie, Kristallchemie, Kristallphysik, Petrographie, Lagerstättenkunde und Geochemie in Lehre und Forschung zu fördern und die persönlichen und wissenschaftlichen Beziehungen der Mitglieder zueinander zu pflegen. Innerhalb der DMG besteht eine besondere „Sektion für Kristallkunde“. Mitglieder der DMG können alle Personen werden, die sich mit Mineralogie, Lagerstättenkunde und Geochemie oder verwandten Gebieten beschäftigen. Jedes Mitglied kann sich für Zugehörigkeit zur Sektion für Kristallkunde entscheiden.

Der Mitgliedsbeitrag, für den jeweils ein Jahresband der „Fortschritte“ geliefert wird, ist für das Geschäftsjahr 1959 auf DM 15.— (für Studenten auf DM 7.50) festgesetzt worden. DMG-Mitglieder, die auch der Sektion für Kristallkunde angehören, zahlen einen zusätzlichen Beitrag von DM 3.— (Studenten DM 1.50). — Nur-Mitglieder der Sektion für Kristallkunde (Jahresbeitrag DM 3.—, für Studenten DM 1.50) erhalten die „Fortschritte“ nicht.

Konten der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft e. V., Sitz Bonn:

Postscheckkonto Nr. 4081 Stuttgart

Bankkonto Nr. 16 400 bei der Deutschen Bank, Filiale Stuttgart

Für Mitglieder in der DDR (DM der Deutschen Notenbank)

Konto Nr. 943 413 bei der Deutschen Notenbank, Jena.

Inhaltsverzeichnis

A.

Seite

Bericht über die außerordentliche Mitgliederversammlung und Tagung der Sektion für Kristallkunde am 23. und 24. Juni 1958 in Würzburg	1
---	---

Referate

H. KREBS: Die Bindungsverwandtschaft in steinsalzähnlichen Strukturen. . . .	2
O. W. FLÖRKE: Untersuchungen über die Isotypiebeziehungen zwischen AlPO_4 und SiO_2	2
W. H. BAUR: Zur Kristallchemie der Rutilgruppe	3
E. HELLNER: Nomenklaturvorschlag für einige Strukturen mit „Anionen“-Gitter	3
A. NEUHAUS: Über Farbe, Spektrum und Koordinationsverhältnisse allochromatisch durch Cr^{3+} gefärbter Einkristalle und Minerale	3
H. SAALFELD: Kationenverteilung in gefärbten und ungefärbten Spinellen. . . .	4
W. HOPPE: Bestimmung der Orientierung der Hämingruppe in Myoglobin mit Röntgenmethoden	4
J. ZEMANN: Die Kristallstruktur von Azurit, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$	5
L. BORN, E. HELLNER und H. RÖSCH: Programme zur Kristallstrukturbestimmung für den IBM 650-Magnetttrommelrechner und die IBM 704-Rechenanlage	5
W. HOPPE: Pseudohomometrie und Eindeutigkeit in organischen Strukturen . .	5
R. HOSEMAN und F. MOTZKUS: Kleinwinkelanalyse polydisperser kolloider Systeme	5
V. GEROLD und H. FRICKE: Die Röntgen-Kleinwinkelstreuung verformter Metalle	5
K. SCHUBERT: Stapeländerungen in Kristallstrukturen	6
G. KUNZE: Fehlordnungsanalyse des Antigorits	6
B. ECKSTEIN und H. PEIBST: Zur Terminologie und Systematik der Fehlordnungserscheinungen	6
H. NEELS: Zur Kristallisation in Kalisalzlösungen	7

B.

Bericht über die 36. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 4.—9. September 1958 in Hamburg	8
--	---

Festvorträge

„50 Jahre Deutsche Mineralogische Gesellschaft“

K. H. SCHEUMANN: Geschichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft . . .	13
F. LAVES: Entwicklung der Kristallographie während der letzten 50 Jahre in Deutschland und in der Welt	21
P. RAMDOHR: Entwicklung der Mineralogie während der letzten 50 Jahre in Deutschland und in der Welt	27
E. TRÖGER: Entwicklung der petrographischen Wissenschaft während der letzten 50 Jahre in Deutschland und in der Welt	36

V.-M.-Goldschmidt-Preis der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft

Stiftung und Verleihung des V.-M.-GOLDSCHMIDT-Preises 1958	44
--	----

Referate und Diskussionsbemerkungen

	Seite
H. SAALFELD: Neues über die Noseanstruktur	49
H. G. F. WINKLER und H. VON PLATEN: Sind koexistierende Feldspäte ein geologisches Thermometer?	49
G. KUNZE: Zur Bildung diskreter Überstrukturvarianten der antigoritischen Serpentine	50
F. LIEBAU: Rhodonit und Bustamit und ihre Stellung im System $\text{MnSiO}_3\text{—CaSiO}_3$	54
H. SEIFERT: Vorführung eines Hochschulunterrichtsfilms über das Wachstum von Kristallaggregaten	54
W. KLEBER: Orientierte Abscheidungen von d-Campher auf anorganische Träger	55
W. NOLL, K. DAMM und R. FAUSS: Zur Kenntnis des Verhaltens von Silanolgruppen in Silizium-Sauerstoff-Netzwerken	57
R. EULER und E. HELLNER: Die Struktur des Meneghinites, $\text{CuPb}_{13}\text{Sb}_7\text{S}_{24}$	57
W. HILMER: Über die Kristallstruktur von Strontiumgermanat	58
R. PEPINSKY: Ein Programm für die Vorbereitung einer modernen Fassung von GROTH's „Chemischer Krystallographie“	58
G. TISCHENDORF: Über die Genesis von Selenid-Vorkommen, speziell von Tilkeroide im Harz	59
P. HAHN-WEINHEIMER: Geochemische Untersuchungen an den Serpentiniten und Eklogiten der Münchberger Gneismasse (Fichtelgebirge)	61
E. STUMPF: Die Zinnerzlagertstätten von Rooiberg (Transvaal, Südafrika)	61
H.-J. BAUTSCH: Über einige Beobachtungen an den Erzmineralen in Metabasiten	62
E. HELLNER, G. WEITZ und H. RÖSCH: Über einige Strukturen sulfidischer Erze und ein strukturelles Einteilungsprinzip	63
R. SEIM: Über kontaktmetasomatische Prozesse im Rahmen des Brockenmassivs (Harz)	63
F. K. DRESCHER-KADEN: Über basische Mylonit-Sphaeroide mit Schalenbau und die Änderung ihres Ni-Cr-Gehaltes	66
W. WIMMENAUER: Karbonatite im Kaiserstuhl	67
S. HAUSSÜHL: Elastische Eigenschaften der Guanidin-aluminium-sulfat-hexahydrat-Gruppe	69
R. KRANZ: Über Borcarbide	71
P. RAMDOHR: Neue Beobachtungen über natürliche radioaktive Einwirkungen an Mineralien	72
J. LIETZ: Die Entstehung der Rauchquarz- und Amethystfarbe durch Elektrolyse und Bestrahlung	72
W. MÜNCHBERG: Untersuchungen zur Verfärbung von Quarzgläsern durch Strahlung	73
O. W. FLÖRKE: Untersuchungen an Opal, Chaledon und Kieselgesteinen	73
O. E. RADCEWSKI und H. J. BALDEN: Röntgenographische und elektronenoptische Untersuchungen an der Schlettaer Erde. — Interferenzbilder hoher Auflösung von einzelnen Kristallen	74
S. RÖSCH: Photographische Verfahren zur Herstellung von Strukturmodell-Stereobildern und von mehrseitigen Ansichten kleiner Objekte	78
H.-U. BAMBAUER: Ein Verfahren zur direkten Messung der Auslöschungsschiefe monokliner Pyroxene und Amphibole	80
F. KORNDER: Brechungsindex-Messungen mittels einer einfachen Interferenzrichtung mit Kristall-Strahlenteiler	80
F. KORNDER: Makro- und Mikroprojektion im polarisierten Licht unter Verwendung eines Kleinbild-Projektors	81

	Seite
A. SCHRÖDER: Näherungsmethode zur Ermittlung der Orientierung der optischen Indikatrix in triklinen Kristallen	82
H. HARDER: Beitrag zur Geochemie des Bors	82
H. STRUNZ: Tsumeb, seine Erze und Sekundärmineralien, insbesondere der neu aufgeschlossenen zweiten Oxydationszone	87
H. H. W. MOENKE: Unterschiede im Spurenelementgehalt altersverschiedener deutscher Granite	90
I. VALETON: Struktureigenschaften, Chemismus und Genese eines tertiären Glaukonits	93
J. WILLEMS: Untersuchungen an Eisenerzen mit einem neuen Erhitzungsmikroskop	93
K. H. WEDEPOHL: Eine Diskussion der Unterschiede von küstennah und in der Tiefsee abgelagerten Tonen in einigen Spurenelementen.	93
K. H. WEDEPOHL: Die Anwendung der Röntgen-Fluoreszenz-Spektralanalyse zu geochemischen Untersuchungen	94
H. FÜCHTBAUER und H. GOLDSCHMIDT: Die Tonminerale der Zechsteinformation	98
S. HELLER und H. GERLACH: Über die Erzeugung negativer Kristalle im Steinsalz	98
E. WALGER: Über den Stoffhaushalt der Mandelbildung.	99
O. BRAITSCH: Strontiohilgardit und seine Stellung in der Hilgarditgruppe	99
F. LIEBAU: Über die Kristallstruktur der Hochtemperaturform des $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$	99
B. BREHLER: Kristallchemische Untersuchungen an Alkalichlorozinkaten. . . .	99
H. H. ARNDT: Ein Vakuumofen zum Zählrohrgoniometer nach Prof. BERTHOLD .	101

Satzung

Satzung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft e. V., Sitz Bonn	102
Bericht über die Gründung der International Mineralogical Association (IMA) im April 1958 in Madrid	109

Verschiedenes

Société Française de Minéralogie et de Cristallographie	115
---	-----

Namensverzeichnis

der Autoren und Diskussionsredner (veröffentlichte Diskussionsbemerkungen)

Arndt	101	Lietz	72
Balden	74	Lippmann	98
Bambauer	80	Mehnert	60, 66
Baur	3	Moenke	90
Bautsch	62	Motzkus	5
Born	5	Münchberg	73
Braitsch	74, 98, 99	Neels	7
Brehler	99	Neuhaus	3
Damm	57	Ney	90
Deicha	99	Noll	52, 57, 93
Drescher-Kaden	61, 66, 67, 69	O'Daniel	57, 97
Eckstein	6, 52, 56, 71, 72, 73	Padurow	81
Eigenfeld	60, 61, 69, 87	Paulitsch	69
Engelhardt, v.	71, 72, 74, 97, 98	Peibst	6
Erhart	49, 67	Pepinsky	58
Euler	57	Piller	66, 81
Fauss	57	Platen, v.	49
Flörke	2, 54, 71, 72, 73	Radczewski	74, 78
Fricke	5	Ramdohr	27, 60, 61, 63, 67, 69, 72, 90
Füchtbauer	69, 98	Rein	87
Gause	71	Rösch	5, 63, 78
Gerlach	98, 99	Rose	60, 82
Gerold	5	Rost	61, 67
Goldschmidt	93, 98	Saalfeld	4, 49, 54
Grallert	56, 72, 73, 79	Scheumann	13
Hahn	57	Schröder	82
Hahn-Weinheimer	61	Schubert	6
Harder	61, 66, 82	Seifert	54, 56, 57, 87
Haussühl	69	Seim	63, 66
Heller	98	Strunz	59, 87
Hellner	3, 5, 47, 49, 57, 63	Stumpfl	58, 61
Hilmer	58	Tischendorf	59, 60
Hoppe	4, 5	Tröger	36
Hosemann	5	Uytenbogaardt	90
Jagodzinski	52, 57, 72, 78	Valeton	93
Jasmund	93	Walger	99
Kleber	55, 57, 71	Wedepohl	93, 94
Kornder	80, 81	Weitz	63
Kranz	71	Werner	87
Krebs	2	Willems	93
Kühn	98	Wimmenauer	67, 69
Kunze	6, 50, 53, 54, 67, 78	Winkler	49
Laves	21, 44, 49, 59, 72, 73	Zemann	5, 49, 52, 57, 99
Liebau	52, 54, 57, 99		

A

Bericht über die außerordentliche Mitgliederversammlung und Tagung der Sektion für Kristallkunde am 23. und 24. Juni 1958 in Würzburg

Die Einberufung einer außerordentlichen Tagung der Sektion für Kristallkunde war notwendig, weil die International Union of Crystallography (I.U.C.) den beiden deutschen Delegationen zur General Assembly in Montreal empfohlen hatte, ein gemeinsames Nationalkomitee zu bilden. Bis zur nächsten General Assembly (1960 in Cambridge) sollte sich aber ein eventuelles neues Nationalkomitee konstituiert haben.

Die auf der 4. Diskussionstagung in Darmstadt gewählte Kommission zur Ausarbeitung einer Geschäftsordnung war vorher unter dem Vorsitz von Herrn LAVES zusammengetreten und hatte einen Entwurf ausgearbeitet, der nach Billigung durch die Mitgliederversammlung der Sektion folgenden Gremien vorzulegen ist:

1. Der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, als „Adhering Body“ der „German Federal Republik“ und 2. der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (DAWB), die den Aufnahmeantrag für die „German Democratic Republic“ gestellt hat.

Ein Alternativentwurf wurde weiterhin für den Fall festgelegt, daß die DAWB ihren Aufnahmeantrag bei der I.U.C. nicht zurückzieht.

Der Geschäftsordnungsentwurf und der Alternativvorschlag wurde von der Mitgliederversammlung einstimmig gebilligt. (Die Geschäftsordnung wird später veröffentlicht werden.)

Schon bei der Kommissions-Sitzung hatten sich Schwierigkeiten für den Namen des gemeinsamen Nationalkomitees ergeben. Der ursprüngliche Kommissionsvorschlag „National Committee of Germany“

stieß bei der DAWB auf Ablehnung. Der Gegenvorschlag Regionalkomitee der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik fand jedoch in der Mitgliederversammlung keine Resonanz. Über zwei zwischen der ersten (23. 6.) und der zweiten (24. 6.) Mitgliederversammlung von der DAWB eingebrachte Kompromißvorschläge

1. National Committee for both States of Germany, und

2. National Committee of both German States

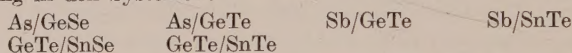
wurde eingehend diskutiert. Der erste Vorschlag wurde schließlich von der Mitgliederversammlung mit 22 gegen 6 Stimmen, bei 3 Enthaltungen durch ausländische Mitglieder, unter der Voraussetzung angenommen, daß gegen diese Benennung keine staatsrechtlichen Bedenken bestehen.

Der Sektionsleiter wurde von der Mitgliederversammlung beauftragt, mit der Durchführung der nächsten ordentlichen Tagung der Sektion (im April 1959) einen Geschäftsführer zu betrauen.

Referate

H. KREBS (Bonn): Die Bindungsverwandtschaft in steinsalzähnlichen Strukturen.

Die dem Chemiker und Mineralogen geläufigen Kräfte der heteropolaren Bindung zwischen entgegengesetzt geladenen Ionen und der homöopolaren Bindung nach Art des in der Kohlenstoffchemie gültigen Tetraedermodells sind nicht in der Lage, die Kristallchemie der Halbmetalle und ihrer Verbindungen untereinander zu deuten. Die für leichte Elemente charakteristischen Valenzelektronen in sp^3 -Hybridquantenzuständen nehmen mit schwerer werdendem Atom immer mehr p-Charakter an. Die tetraederförmige Umgebung geht über in eine oktaederförmige, bei der zunächst 3 Bindungsrichtungen bevorzugt sind gegenüber den entgegengesetzt gerichteten, und es resultieren verzerrte Steinsalzgitter. Die niedrige Gittersymmetrie sulfidischer Erze findet so ihre Deutung. Bei schweren Atomen wird schließlich die volle Symmetrie des Steinsalzgitters erreicht. Die Bindungsverwandtschaft läßt sich nachweisen durch Mischkristallbildung in den Systemen:



Das bei Zimmertemperatur rhomboedrische GeTe wird nach SCHUBERT beim Erhitzen kubischer, um die Steinsalzsymmetrie bei 400°C zu erreichen. Durch Mischkristallbildung mit SnSe und SnTe wird GeTe ebenfalls kubisch. Auch der negative Temperaturkoeffizient der thermischen Ausdehnung des hexagonalen Se in Richtung der c-Achse findet seine Deutung in einer Annäherung des Gitters an die Steinsalzstruktur mit steigender Temperatur. Vgl. H. Krebs, Acta Cryst. 9, 95 (1956), Z. Elektr. Chem. 61, 925 (1957), Angew. Chem. 70, 615 (1958).

O. W. FLÖRKE (Würzburg): Untersuchungen über die Isotypiebeziehungen zwischen AlPO_4 und SiO_2 .

Aluminiumorthophosphat AlPO_4 (= AP) tritt in drei polymorphen Hauptformen auf. Eine Form ist isotyp mit Quarz (= Berinit), eine andere Form mit Cristobalit (= AP(C)) und die dritte Form soll mit Tridymit isotyp sein (= AP(T)). Daneben bilden alle diese Formen noch entsprechende Hochtemperaturformen. Es hat sich deshalb die Vorstellung entwickelt, daß das AP die strukturellen Verhältnisse beim SiO_2 (= S) getreu abbildet.

Eigene Untersuchungen am S haben ergeben, daß diese strukturellen Verhältnisse von den älteren Vorstellungen abweichen, insbesondere erwiesen sich die bei normalem Druck entstandenen Tridymite immer als eindimensional fehlgeordnet. Cristobalit ist ebenfalls fehlordnungsanfällig. Es war deshalb zu prüfen, wie weit die vom Al geforderte strukturelle Übereinstimmung mit S wirklich geht.

Es kann gezeigt werden, daß auch unter den neuen strukturellen Vorstellungen die Isotypie zwischen AP und S sehr weit geht, und daß sich die beim S auftretende eindimensionale Fehlordnung auch beim AP einstellt. Allerdings bewirken die abweichenden kristallchemischen Bedingungen (verstärkte Heterotendenz im Kristallgitter des AP gegenüber dem S), daß der bisher bei der Kieselsäure unter normalen Druck nicht realisierbare 2-Schicht-Typ (= idealer Tridymit beim AP die Möglichkeit hat, sich auszubilden).

Obwohl unter normalem Druck zwischen AP und S keine Mischbarkeit besteht, beeinflussen schon geringe Mengen an S die strukturelle Ordnung beim AP in starkem Maße.

Die oben mitgeteilten Untersuchungen konnten erst durchgeführt werden, nachdem es gelungen war, genügend große Kristalle sowohl von S als auch von AP zu züchten. Die Untersuchungen wurden röntgenographisch, mikroskopisch und thermisch (DTA, Dilatometer, Heizmikroskop) durchgeführt.

W. H. BAUR (Göttingen): **Zur Kristallchemie der Rutilgruppe.**

Ergebnisse neuer röntgenographischer Untersuchungen an Oxyden und Fluoriden des Rutiltyps und deren kristallchemische Diskussion.

E. HELLNER (Marburg): **Nomenklaturvorschlag für einige Strukturen mit „Anionen“-Gitter.**

Bei den Strukturuntersuchungen an sulfidischen Erzen ergab sich, daß auch kompliziert zusammengesetzte Sulfide vom PbS-B1-Typ abgeleitet werden können. Die B1-Bereiche sind in den einzelnen Strukturen von unterschiedlicher Größe und zum Teil gegeneinander versetzt, zum Teil spiegelbildlich zueinander angeordnet usw. Mit Hilfe von Gitterkomplexen (z. B. P-, I-, F-, H-Bravais-Gittern) können die Positionen der S-Atome beschrieben werden. Für die Me-Atome ist die Koordinationszahl in römischen Ziffern angegeben. Die Zahl der Me-Atome (n_1) in den betreffenden Lücken bezogen auf die Zahl der Atome des Gitterkomplexes (n_g) wird Formelfaktor genannt: $f_i = n_1/n_g$. Sein Wert ist in runden Klammern nach der Koordinationszahl des Atomes i eingeführt; einige wenige Beispiele seien mitgeteilt:

β -Hessit Ag_2Te	F: $\text{IV}_{\text{Ag}}^{\text{te}}$ (2,0)
Zinkblende ZnS	F: $\text{IV}_{\text{Zn}}^{\text{te}}$ (1,0)
Wurtzit ZnS	H: $\text{IV}_{\text{Zn}}^{\text{te}}$ (1,0)
NiAs-Typ	H: $\text{VI}_{\text{Ni}}^{\text{o}}$ (1,0)
Bleiglanz PbS	F: $\text{VI}_{\text{Pb}}^{\text{o}}$ (1,0)
Miargyrit AgSbS_2	mF: $\text{VI}_{\text{Ag}}^{\text{o}}$ (0,5), $\text{VI}_{\text{Sb}}^{\text{o}}$ (0,5)
Pyrit FeS_2	F 2 τ : $\text{VI}_{\text{Fe}}^{\text{o}}$ (0,5)

te und o bedeuten tetraedrische bzw. oktaedrische Lücken; m zeigt eine monokline Deformation des F-Bravais-Gitters bzw. der kub. d. Kugelpackung an; F2 τ kennzeichnet einen 8-atomigen Gitterkomplex mit Freiheitsgrad in Richtung der Raumdiagonalen.

Dieser Nomenklaturvorschlag wurde auf die bekannten Strukturen der sulfidischen Erze angewandt. Auch auf Oxyde und Halogenide kann er ohne Schwierigkeit übertragen werden.

A. NEUHAUS (Bonn): **Über Farbe, Spektrum und Koordinationsverhältnisse allochromatisch durch Cr^{3+} gefärbter Einkristalle und Minerale.**

Auf der Grundlage eines neueren theoretischen Ansatzes für die Absorptionsspektren farbiger Komplexionen der Übergangsmetalle (K. HARTMANN (1)) und der großen Fortschritte auf dem Gebiet der Einkristallzüchtung (2) wurde seit einer Reihe von Jahren das alte Problem der Färbung von Kristallen und Mineralen durch Fremdionen erneut bearbeitet (3). Als erstes Teilergebnis wurde zunächst über die komplexstrukturellen Ursachen des „Rot-Grün-Farbwechsels“ von Kristallen mit diadochem Austausch von Al bzw. Ga durch Cr^{3+} berichtet (3a–c). Hierbei ergab sich, daß alle untersuchten, durch Cr^{3+} komplex-gefärbten Kristallarten, unabhängig von ihrer visuellen Farbe (rot—rotviolett—grün), die gleiche allgemeine Gestalt der Absorptionskurve mit den von der Theorie (1) geforderten 2 Absorptionsbanden mittlerer Intensität im Sichtbaren lieferten (3). Im einzelnen führt die Absorption, und zwar weitgehend unabhängig von der eingebauten Cr^{3+} -Menge, zu visuellem „Grün“, wenn außer Al noch stärker polarisierende, mit der (AlO_6) -Gruppierung durch Hauptvalenzen verbundene und sie demgemäß stark kontrapolarisierende, also auflockernde Kationenarten im Gitter wirksam sind, wie z. B. Si in Beryll und Fuchsit (nicht aber Kämmererit!). Und es ergab sich Rotfärbung, wenn die (AlX_6) -Gruppierungen den im Korund, bzw. in Komplexgittern ohne Hauptvalenzkoppelung der (AlO_6) -Gruppen mit stärkeren Kationen (Kämmererit, Alaun), vorliegenden komprimierten Packungszustand besitzen. Die visuelle Farbe (grün—rotviolett—rot) von Al—Ga-haltigen Kristallarten mit Cr^{3+} als komplexfärbendem Ion ist somit physikalisch unwesentlich. Auch die

diadoch für Al eintretende Cr-Menge ist für den Farbton der Komplexfarbe (natürlich nicht für die Farbtiefe) ohne Belang, sofern die eingebaute Cr-Menge nicht so groß ist, daß sie bereits ihres größeren Volumenbedarfs wegen eine merkliche Aufweitung der (AlO_6) Komplexe bewirkt. Das ergäbe dann neben der „reinen“ Komplexfarbe (Verschiebung des Ternsystems des freien Cr^{3+} im konstanten Kristallfeld), wie sie bei geringen (1—3%) Einbaumengen von Cr^{3+} resultiert, natürlich noch eine zusätzliche Gitteraufweitung und damit eine zusätzliche Verschiebung der Absorptionsmaxima nach größeren λ -Werten. Diese allgemeinen Ergebnisse und Erkenntnisse wurden an weiteren Meßreihen Cr-haltiger Mischkristalle MgAl_2O_4 — MgGa_2O_4 , Al_2O_3 — Ga_2O_3 , MgAl_2O_4 — Al_2O_3 und Al_2O_3 — Cr_2O_3 geprüft. Hierbei ergab sich für Verneuilkristalle mit Al_2O_3 -Überschuß bis $4\text{Al}_2\text{O}_3$ ein deutlicher 2-Phasenzustand und für Mischkristalle Al_2O_3 — Cr_2O_3 , proportional mit der Cr_2O_3 -Menge, eine gleichförmige Verschiebung der 2 Absorptions-Maxima nach größeren λ -Werten und visueller Farbumsprung rot—grün bei $\sim 35\%$ Cr_2O_3 . Es wird ferner über neue Erfahrungen zur Bewertung von Remissionsdiagrammen als Austausch für Einkristall-Absorptionsspektren berichtet.

- (1) HARTMANN, K., z. B. Theorie der Chem. Bindung auf quantentheoretischer Grundlage, Springer 1954.
- (2) NEUHAUS, A.: Chemie-Ing. Techn. (1956) S. 155 ff u. 350.
- (3) a) NEUHAUS, A. & SCHILLY, W.: Z. Ges. Edelsteinkunde 1957 (Festheft SCHLOSS-MACHER) S. 105.
- b) NEUHAUS, A. & RICHARDS, W.: Angew. Chem. (im Druck).
- c) BRENNER, K.: Diss. Bonn 1955.

H. SAALFELD (Würzburg): Kationenverteilung in gefärbten und ungefärbten Spinellen.

Mg—Al-Spinelle mit und ohne Al_2O_3 -Überschuß sind auf ihre Kationenverteilung hin untersucht worden. Die Intensitätsschwankungen, welche die Mg—Al-Spinelle als Funktion des Tonerdegehaltes im Röntgenbild erkennen ließen, waren Veranlassung, mit Fouriersynthesen die Strukturunterschiede zu verfolgen. Es zeigten sich einmal Abweichungen der Mg- und O-Punktlagen von der Spinellsymmetrie, die vermuten lassen, daß der Spinell möglicherweise eine geringere Symmetrie als $Fd\bar{3}m$ besitzt. Darüber hinaus ergab sich, daß mit steigendem Tonerdegehalt die durch den Mg-Überschuß freiwerdenden Tetraederlücken mit Al aufgefüllt werden. Hierbei bleiben Oktaederlücken unbesetzt. Die synthetischen Spinelle weisen gegenüber dem natürlichen Spinell erhöhte innere Spannungen auf, die besonders bei den Spinellen des Mischungsverhältnisses $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ wie 1:1 und 1:2 ausgeprägt sind.

Gitterkonstantenmessungen als Funktion der Temperatur (Messung im Temperaturbereich) haben ferner ergeben, daß bei den Al_2O_3 -armen Gliedern bei 1400°C Veränderungen der Kationenbesetzung vorkommen müssen, als deren Folge sich die Gitterkonstante verkleinert. Die Gitterkonstante ist also nicht nur eine Funktion des Chemismus, sondern auch der Kationenverteilung. Die Fouriersynthese eines solchen wiederholt erhitzten Spinells 1:1 zeigte eine erhebliche Veränderung des O-Parameters. Die weitere Auswertung ist noch im Gange.

Fouriersynthesen von Cr-grün und Co-blau gefärbten Spinellen mit Tonerdeüberschuß zeigten, abgesehen von Sauerstoffverzerrungen, keine Unterschiede im Vergleich zu den entsprechenden farblosen Gliedern.

W. HOPPE (München): Bestimmung der Orientierung der Hämingruppe in Myoglobin mit Röntgenmethoden.

Die Orientierung der Hämingruppenebene wurde an tiefgefrorenen (feuchten) Myoglobinkristallen mit Kernresonanz bestimmt (Ingram). Wir haben diese Bestimmung mit einer Variante der Fouriertransformmethode und mit diffuser Streuung bei Zimmertemperatur kontrolliert und innerhalb der Fehlergrenze von ca. 2° bestätigt gefunden. Die Orientierung des Porphyrinrings in der Ebene konnte nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Eine wahrscheinliche Orientierung wird angegeben.

J. ZEMANN (Göttingen) (nach einer Arbeit mit G. GATTOW): **Die Kristallstruktur von Azurit, $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$.**

Die Angaben von BRASSEUR über die Struktur von Azurit enthalten prinzipielle Fehler. Die Atomanordnung wurde aus PATTERSON-Projektionen neu bestimmt und mit Fourier- und ($\text{F}_o - \text{F}_c$)-Projektionen auf folgende Zuverlässigkeitsindices verfeinert:

$$R_{[100]} = 0,12; R_{[010]} = 0,08 \text{ und } R_{[001]} = 0,08.$$

Beide Arten von Cu-Atomen sind planar quadratisch von 4 nächsten Nachbarn umgeben. Die kristallchemischen Eigenheiten der Struktur werden im Zusammenhang mit anderen dunkelblauen Cu^{2+} -Salzen diskutiert.

L. BORN, E. HELLNER und H. RÖSCH (Marburg): **Programme zur Kristallstrukturbestimmung für den IBM 650-Magnettrommelrechner und die IBM 704-Rechenanlage.**

Es werden die Anwendungsbereiche und die benötigten Rechenzeiten für verschiedene Programme mitgeteilt, welche auf den beiden IBM-Maschinen ausgeprüft sind.

W. HOPPE (München): **Pseudohomometrie und Eindeutigkeit in organischen Strukturen.**

Die Faltmolekülmethode (vgl. Z. Elektrochem. **61** (1957), 1076) liefert eine bequeme Möglichkeit zur Beurteilung der Eindeutigkeit von Strukturen, insbesondere von organischen Strukturen mit starken Pseudosymmetrien, wie sie z. B. bei aromatischen Ringsystemen auftreten.

Aus praktischen Gründen soll zwischen Translationspseudohomometrie und Substitutionspseudohomometrie unterschieden werden (pseudohomometrische Lösung = „nahezu“ homometrische Lösung). Beispiele zur Substitutionspseudohomometrie und zur Translationspseudohomometrie werden der Literatur und eigenen Untersuchungen entnommen. Substitutionspseudohomometrien treten auf, wenn die chemische Konstitutionsformel unbekannt ist. Die Translationspseudohomometrie kann auch als ein Spezialfall der Substitutionspseudohomometrie aufgefaßt werden.

An Hand der entwickelten Vorstellungen wird die Frage diskutiert, wann die Gefahr von Pseudohomometrien am geringsten ist. Die eingangs verwendete Methode führt zwanglos zum Ergebnis, daß asymmetrische Faltmoleküle besonders vorteilhafte Eigenschaften haben. Der Einfluß des Einbaus schwerer Atome wird diskutiert. Mögliche Kriterien zur Beurteilung der Pseudohomometrizität (= Neigung zur Bildung pseudohomometrischer Lösungen) einer Struktur werden besprochen.

R. HOSEMAN und F. MOTZKUS (Berlin): **Kleinwinkelanalyse polydisperser kolloider Systeme.**

Die Röntgenkleinwinkelstreuung von Latexemulsionen, Goldsolen und amorpher Kohle wurde nach den von HOSEMAN und JOERCHEL ausgearbeiteten Verfahren analysiert. Die Ergebnisse stimmen sehr gut mit den durch Auszählen aus elektronenoptischen Aufnahmen von A. M. d'ANS gewonnenen überein und gestatten darüber hinaus einige weitere Informationen über Teilchenform und Größenstatistik.

V. GEROLD und H. FRICKE (Stuttgart): **Die Röntgen-Kleinwinkelstreuung verformter Metalle.**

Es wird durch Untersuchungen an verformten Einkristallen sowie vielkristallinen Walzblechen aus Aluminium und Kupfer gezeigt, daß die Kleinwinkelstreuung dieser Proben ihre Ursache in der Doppelreflexion der Röntgenstrahlung an den Netzebenen der beteiligten Kristallite hat. Damit entfallen die Vermutungen vieler Autoren, daß diese Streuung durch Kristallbaufehler (Leerstellenansammlungen oder Versetzungen) hervorgerufen wird.

K. SCHUBERT (Stuttgart): **Stapeländerungen in Kristallstrukturen.**

Im vorliegenden Vortrag soll die Änderung der Stapelfolge in Abhängigkeit vom Chemismus betrachtet werden. Empirische Beispiele für die Stapelmorphotropien sind in größerer Zahl vorhanden. Es seien erwähnt die Beispiele Cu(A1), Zn(A3), Ni₃Ti(Do₂₄); ferner Ge(A4), As(A7), Se(A8), Br(A14); GaSe ferner Cu₂Mg(C15), NiMg(C36), Zn₂Mg(C14); ferner AlP(B3), AlN(B4), CSi(B5, B6 usw.). Man kann aus den Beispielen die Vermutung entnehmen, daß die Zahl der Elektronen je Atom von Bedeutung für das Auftreten einer Stapelmorphotropie ist. Da aber diese Aussage nicht immer sehr deutlich ist, erscheint es wünschenswert, Substanzbeispiele zu kennen, die den Einfluß der Elektronenkonzentration über jeden Zweifel heben. Es wird an zwei Beispielen gezeigt, wie der Einfluß der Elektronenkonzentration in Evidenz gesetzt werden kann. Diese Beispiele legen nahe, daß auch bei den anderen Stapelvarianten die Elektronenkonzentration eine maßgebende Rolle spielt.

Wie kann man die Elektronenkonzentration einer Phase mit ihrer Struktur in Verbindung setzen? Ein erster Weg wurde eröffnet durch die Regel von W. HUME-ROTHERY, der zeigte, daß bei messingartigen Legierungen die Valenzelektronenkonzentration für das Auftreten von Strukturtypen von Bedeutung ist. H. JONES erkannte, daß einige Züge des Erscheinungsbildes gedeutet werden durch die Wechselwirkung der Elektronenimpulse mit dem Kristallgitter. Es wird heute allgemein angenommen, daß diese Theorie nicht ausreicht, die strukturelle Erfahrung zu ordnen. Es wird gezeigt¹⁾, wie die Annahme einer gitterartigen Ortskorrelation der Außenelektronen bei einigen Legierungen eine Deutung von Verzerrung und Stapelvariationen der Struktur erlaubt.

¹⁾ Vgl. K. SCHUBERT, Z. Naturforschung **11a** (1956) 920.

G. KUNZE (Darmstadt): **Fehlordnungsanalyse des Antigorits.**

Die komplizierte Wellenstruktur des Antigorits, in der man viele Freiheitsgrade von fehlerhaften Anordnungen vermuten könnte, weist nur einfache Fehlordnungserscheinungen auf. Nach Röntgen- und Elektronenbeugungsbildern liegt keine eindimensionale Artenfehlordnung, sondern nur eindimensionale Lagenfehlordnung (mit Schichtwechselwirkung) vor. Die Fehlordnungsanalyse gestattet auf einfache Weise, über einige Bauprinzipien des Antigorits Auskunft zu geben, die meßtechnisch (bezüglich der gestreuten Intensitäten) nicht mehr entschieden werden können.

B. ECKSTEIN und H. PEIBST (Berlin): **Zur Terminologie und Systematik der Fehlordnungserscheinungen.**

Die herkömmliche Terminologie der Fehlordnungserscheinungen wird den physikalischen Problemen nur sehr bedingt gerecht. Es werden daher einige Modifizierungen der Bezeichnungsweise vorgeschlagen, die damit den physikalischen Sachverhalten besser angepaßt ist und entsprechend eine exaktere Formulierung bei kristallphysikalischen Problemen gestattet. Zugleich ergibt sich damit eine konsequente Systematik der Gitterstörungen.

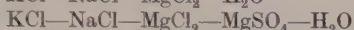
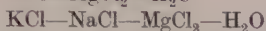
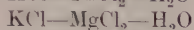
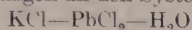
Zunächst erfolgt eine Neudefinition des „Idealkristalls“ als endlich ausgedehnten, einphasig festen Körpers in Einkristallform, der lediglich die dem Temperaturgleichgewicht entsprechenden Abweichungen von der geometrisch idealen Anordnung der Bausteine besitzt. Der Einfluß der Oberflächengebiete soll vernachlässigt werden.

Für den Idealkristall alter Definition wird die Bezeichnung „Geometrischer Kristall“ vorgeschlagen. Abweichungen vom Geometrischen Kristall werden „Gitterstörungen“, vom Idealkristall „Kristallfehler“ genannt.

Die sukzessive Einschränkung der in der Definition des Idealkristalls enthaltenen Voraussetzungen führt auf ein Schema der Gitterstörungen mit abnehmendem Idealitätsgrad des Kristalls.

H. NEELS (Berlin): **Zur Kristallisation in Kalisalzlösungen.**

Im Anschluß an vorausgegangene Untersuchungen über Wachstumsgeschwindigkeiten und Keimzahlen in den Systemen $K_2SO_4-H_2O$ und $KCl-H_2O$ wurden Ergebnisse gleicher Untersuchungen an den Systemen



mitgeteilt. Ziel der Untersuchungen war, quantitative Beziehungen zwischen Übersättigung und Temperatur einerseits und Keimzahl und Wachstumsgeschwindigkeiten für die Ausscheidung von KCl andererseits aufzustellen. Der quantitative Einfluß der keimbildungsfördernden Mg -Ionen sowie der keimbildungshindernde Einfluß von Pb - und Na -Ionen konnten ermittelt werden. Die Ergebnisse erlauben die Schlußfolgerung, daß die Regulierung des Kristallisationsprozesses wegen der hohen Keimbildungswerte für das KCl nicht durch Temperaturabfall und Verdampfungsgeschwindigkeit allein, sondern erst durch Zuhilfenahme geeigneter Lösungsgenossen möglich wird. Diese müssen so ausgewählt sein, daß sie das metastabile Gebiet genügend vergrößern, um den Beginn der Keimbildung zu verzögern, aber gleichzeitig das Wachstum nicht zu stark beeinträchtigen. Die verwendeten etwa 100 Lösungsgenossen waren organische Farbstoffe, oberflächenaktive Verbindungen, anorganische Salze. Besondere Effekte (auch im Hinblick auf Trachtänderung des KCl) zeigten Murexid, Alkylarylsulfat, Blei-, Wismut-, Zinnsalze, Kaliumferro- und Kaliumferricyanid u. a.

Zehn Stoffe hatten einen deutlichen Einfluß auf die Lage der metastabilen Grenze. Zum Abschluß wurde über den Beginn von Versuchen berichtet, in Gegenwart geeigneter Lösungsgenossen durch Zugabe von Impfkeimen zu einer gezielten Kristallisation zu kommen.

B

Bericht

über die 36. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 4. bis 9. September 1958 in Hamburg

An der unter der Geschäftsführung von Herrn Prof. Dr. F. K. DRESCHER-KADEN stehenden 36. Jahrestagung nahmen 332 Mitglieder und Gäste teil. Gleichzeitig konnte die Deutsche Mineralogische Gesellschaft die Feier ihres 50jährigen Bestehens begehen.

A. Exkursionen und Besichtigungen

I. Vorexkursionen nach Südschweden vom 28. 8.—4. 9. 1958.

Die Betreuung der Teilnehmer erfolgte durch Prof. Dr. J. LIETZ, Hamburg. Prof. Dr. HJELMQVIST, Lund, führte am 29. 8.—1. 9. nach einer Besichtigung seines Instituts in Lund in die Aufschlüsse des kristallinen Grundgebirges von Romeleasen (Gneis, Granit, Amphibolit, Porphy, Diabas und Kullait), des Kullaberget (verschiedene Gneise, Amphibolite, Diabase und Kullait), von Vaggeryd (Syenit), der Umgebung von Jonköping mit allen jotnischen Sedimenten und dem Alkaligesteinsstock von Notta Kärr und schließlich zur Magnetit-Olivinit-Eisenlagerstätte von Taberg. An den letzten beiden Exkursionstagen gab Dozent Dr. BERGSTRÖM, Göteborg, eine Übersicht über Gneise und Granite der Göteborger Umgebung und führte die Teilnehmer in den Beryllpegmatit von Högsbo und das Varberger Charnokitgebiet.

II. Nachexkursionen

8. 9. 1958 vormittags Besichtigung des Atomreaktors von Geesthacht; nachmittags Fahrt nach Lüneburg (Senkungsgebiet über Salzhorst, Saline, Borazitvorkommen); Führung J. NIEDERMAYER, Hamburg.

9. 9. 1958 Helgolandfahrt mit Besichtigung der Insel. Führung E. VOIGT, Hamburg.

10.—13. 9. 1958 Harzexkursion.

III. 5. 9. 1958. Stadtbesichtigung und Gemeinschaftsfahrt nach Schulau (Elbe) (Schiffsbegrüßungsanlage). Besichtigung des Rathauses anlässlich eines Empfangs durch den Senat der Stadt Hamburg.

B. Tagungsveranstaltungen

I. 5. 9. Vorstandssitzung

5. 9. Außerordentliche Mitgliederversammlung

Bei Anwesenheit von 56 ordentlichen Mitgliedern, darunter der gesamte Vorstand, wurde der Beschluß (bei 3 Stimmenenthaltungen) gefaßt, eine von Industrie und Wirtschaft gestiftete Spende zur Auszeichnung besonderer wissenschaftlicher Leistungen des mineralogischen Nachwuchses anzunehmen und die erstmalige Verteilung des

Preises nach den vom Vorsitzenden Herrn LAVES ausgeführten Vorarbeiten und einstweiligen Richtlinien vorzunehmen, welche vom Vorstand und Beirat einstimmig gebilligt worden waren. Die in Zukunft hierfür geltenden Statuten werden zur Genehmigung an die Hauptversammlung am 7. 9. verwiesen.

II. Begrüßung durch Herrn Prof. DRESCHER-KADEN, der gleichzeitig sein neuerbautes Institut vorstellte und den Dank hierfür und für Unterstützung der Tagung an den Senat der Stadt Hamburg und die Universität aussprach, und feierliche Tagungsöffnung durch den Vorsitzenden der DMG, Herrn Prof. LAVES, Zürich.

a) Anschließend kam erstmalig die Industriespende, später V. M. GOLDSCHMIDT-PREIS genannt, zur Verteilung, in diesem Jahr ein Forschungspolarisationsmikroskop, gestiftet von der Firma LEITZ, Wetzlar. Als Preisträger war Dozent Dr. Erwin HELLNER gewählt worden, auf Grund seiner Arbeiten über Struktur und Systematik der Sulfosalze. Herr Dr. HELLNER dankte der DMG und berichtete in einigen Worten über die genannten Arbeiten.

b) Festvorträge zur Feier des 50jährigen Bestehens der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft.

K. H. SCHEUMANN, Bad Hersfeld:

„Geschichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft“
(verlesen durch Herrn Prof. Dr. O'DANIEL).

F. LAVES, Zürich:

„Entwicklung der Kristallographie während der letzten 50 Jahre in Deutschland und in der Welt.“

Weitere Festvorträge fanden am folgenden Tag zu Beginn der wissenschaftlichen Vorträge statt (6. 9. 1958).

P. RAMDOHR, Heidelberg:

„Entwicklung der Mineralogie während der letzten 50 Jahre in Deutschland und der Welt.“

E. TRÖGER Freiburg (Br.):

„Entwicklung der petrographischen Wissenschaft während der letzten 50 Jahre in Deutschland und der Welt.“

III. 7. 9. Ordentliche Mitgliederversammlung

1. Tätigkeitsbericht des Vorstandes

Nach der Eröffnung der Mitgliederversammlung durch den Vorsitzenden Herrn Prof. LAVES, Zürich, wurde bei Anwesenheit von 115 Mitgliedern einschließlich des gesamten Vorstandes ehrend der Verstorbenen der Gesellschaft gedacht; es waren die Mitglieder: Helge BACKLUND, Orhan BAYRAMGIL, Georg JASKER, Wilhelm MAIER, Walther OBERMILLER und Adolf SCHEIBLER.

Herr ROST als Schriftführer konnte auch in diesem Jahr auf eine erfreuliche Zunahme des Mitgliederstandes hinweisen. Die DMG verlor im vergangenen Vereinsjahr 9 Mitglieder: 6 durch Todesfall und 3 durch Austritt. Demgegenüber standen 81 Neuaufnahmen, so daß die DMG

einen Zuwachs von 72 Mitgliedern verzeichnen konnte. Gegenüber 534 Mitgliedern im Vorjahr hat nun die Gesellschaft 606 Mitglieder, die sich folgendermaßen verteilen:

Persönliche Mitglieder:	Inland	429,	Ausland	86,	Summe	515
Unpersönl. Mitglieder:	„	70,	„	15,	„	85
Austauschmitglieder:	„	1,	„	5,	„	6
						<hr/> 606

Die Sektion für Kristallkunde hat insgesamt 196 Mitglieder, wovon 160 auch der DMG angehören.

Herr FREUND als Schatzmeister erstellte den Kassenbericht, der von Herrn SCHLOEMER und HILLER überprüft und in Ordnung befunden worden war. Herr FREUND richtete nochmals an alle Mitglieder den dringenden Appell, ihre Mitgliederbeiträge rechtzeitig zu bezahlen. Es wurde in diesem Zusammenhang von Herrn ROST dazugefügt, daß sich der Vorstand der DMG gezwungen sah, eine Reihe von Mitgliedern aus der Mitgliederliste zu streichen.

Herr O'DANIEL stellte zum Kassenbericht die Anfrage betreffs des aufgeführten Betrages einer Rückzahlung an die Deutsche Forschungsgemeinschaft von 225,— DM. Herr FREUND erläuterte dazu, daß seinerzeit die D. F. G. einen Teil der Fortschritte-Druckkosten übernommen hatte, unter der Bedingung der Rückzahlung eines bestimmten Betrages. Dieser Restbetrag sei hier eingesetzt.

Herr RAMDOHR stellte den Antrag auf Entlastung des Schatzmeisters und wurde von Herrn FLÖRKE unterstützt. Die Entlastung wurde von der Versammlung einstimmig erteilt.

2. Neuwahlen

Nach der geltenden Satzung waren für den Vorsitzenden und stellvertretenden Vorsitzenden sowie 2 Beiratsmitglieder Neuwahlen durchzuführen. Nachdem nur der Wahlvorschlag des Vorstandes vorlag, wurden in Übereinstimmung mit diesem Vorschlag folgende Vorstandsmitglieder neu gewählt:

Vorsitzender:	F. HEIDE, Jena
Stellv. Vorsitzender:	F. LAVES, Zürich
Beiräte:	F. TROJER, Radenthein
	F. DRESCHER-KADEN, Hamburg.

Der Vorstand der DMG setzt sich danach zusammen:

Vorsitzender:	F. HEIDE, Jena
Stellv. Vorsitzender:	F. LAVES, Zürich.

Weiteres Vorstandsmitglied und Leiter der Sektion für Kristallkunde:

	H. JAGODZINSKI, Würzburg
Schriftführer:	F. ROST, Saarbrücken
Schatzmeister:	H. FREUND, Wetzlar
Beirat Schriftleiter:	W. KLEBER, Berlin
	K. F. CHUDOBA, Göttingen
	F. K. DRESCHER-KADEN, Hamburg
	F. LEUTWEIN
	F. TROJER, Radenthein.

3. Festsetzung des nächsten Tagungsortes

Auf Einladung von Herrn FREUND wurde Wetzlar als nächster Tagungsort von der Versammlung einstimmig angenommen. Als Termin wurde die erste Septemberwoche in Vorschlag gebracht.

4. Ehrungen

Einem Antrag zufolge schlug der Vorsitzende im Namen des Vorstandes vor, Herrn Prof. Dr. P. P. EWALD als Ehrenmitglied in die DMG in Anerkennung seiner bedeutenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiete der Kristallographie aufzunehmen. Die Versammlung nahm den Vorschlag einstimmig an.

5. Statut für eine Preisstiftung der Industrie und Wirtschaft

Der Vorsitzende, Herr LAVES, verlas die Statuten und gab, unterstützt von Herrn FREUND, Einzelheiten über das Stiftungskapital bekannt, ebenso über die finanzielle Handhabung. Statuten und die finanzielle Handhabung fanden einstimmig Billigung der Versammlung. Für die Stiftung wurde der Name bestimmt:

„V. M. GOLDSCHMIDT-PREIS der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft“

Zu Preisrichtern des V. M. GOLDSCHMIDT-PREISES wurden gemäß den Statuten auf die Dauer von 2 Jahren folgende Herren gewählt:

C. W. CORRENS, Göttingen
TH. ERNST, Erlangen
W. KLEBER, Berlin
K. R. MEHNERT, Berlin
P. RAMDOHR, Heidelberg.

6. Die Deutsche Mineralogische Gesellschaft ist als Vertreter Deutschlands Mitglied („adhering body“) der „International Mineralogical Association“ (IMA). In folgenden Kommissionen sind Mitglieder der DMG bereits gewählt:

Als „Chairman“ der Commission on Data: H. STRUNZ, Berlin.
Als „Secretary“ der Commission on Museums: F. LEUTWEIN.

Als einfache Mitglieder in den 4 Kommissionen der „Int. Min. Ass.“ wurden in Übereinstimmung mit den Vorschlägen des Vorstandes von der Versammlung gewählt:

Commission on Abstracts:	TH. ERNST, Erlangen
„ „ Data:	E. TRÖGER, Freiburg (Br.)
„ „ New Minerals:	P. RAMDOHR, Heidelberg
„ „ Museums:	S. KORITNIG, Göttingen.

Als Hauptdelegierter der DMG wurde nach Vorschlag des Vorstandes von der Versammlung W. v. ENGELHARDT, Tübingen, gewählt, der im Falle der Verhinderung von einem vom Vorstand ernannten Herrn vertreten werden soll.

7. Festsetzung des Jahresbeitrages 1959

Die Versammlung beschloß einstimmig, den bisherigen Beitragsatz beizubehalten, der 15,— DM, für Studenten 7,50 DM beträgt.

8. Nach Auflösung der im vorigen Jahr gewählten Kommission für Referate- und Zeitschriftenwesen stellte der Vorsitzende den Antrag, dafür den für die I.M.A. gewählten Delegierten der „Commission on Abstracts“ zu beauftragen, die Interessen der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft bei eventuellen Verhandlungen über Referate- und Zeitschriftenwesen wahrzunehmen. Der Delegierte sollte gleichzeitig angewiesen sein, im Bedarfsfall der DMG Vorschläge zu unterbreiten. Die Versammlung stimmte diesem Vorschlag zu und wählte damit Herrn ERNST für diese Aufgabe; Herr ERNST erklärte sein Einverständnis.

Herr ERNST wurde weiterhin von der Versammlung ermächtigt, mit dem Gmelin-Institut, Frankfurt, Verhandlungen zur Abklärung von Möglichkeiten einer Zusammenarbeit in „Dokumentationsfragen“ aufzunehmen. Herr ERNST erklärte ferner sein Einverständnis zu dem weiteren Auftrag, als Verbindungsmann der DMG zum „Groth-Institute“ — repräsentiert durch Herrn PEPINSKY, USA — zu wirken mit dem Zweck, die gegenseitigen Beziehungen zum besten Nutzen der DMG-Mitglieder zu fördern.

9. Eine allen anwesenden Mitgliedern in vervielfältigter Form vorgelegte Geschäftsordnung der Sektion für Kristallkunde sowie damit zusammenhängende, ebenfalls in vervielfältigter Form vorgelegte Änderungen der Satzungen der DMG wurden von der Versammlung mit großer Mehrheit angenommen.

10. Verschiedenes

Einem vom Vorstand bereits gebilligten Vorschlag Herrn WINKLERS, daß der jeweilige Vorsitzende in der Mitte seiner Amtsperiode einen längeren Hauptvortrag auf der DMG-Tagung über ein allgemein interessierendes mineralogisches Thema aus seinen Arbeitsgebieten halten sollte, stimmte die Versammlung zu.

Ein Antrag Herrn SCHNEIDERHÖHN's bzgl. der Verwendung bzw. Nichtverwendung des Wortes „Petrochemie“ wurde diskutiert. Herr v. ENGELHARDT, derzeitiger Delegierter der DMG bei der I.M.A., wurde beauftragt, sich der Frage im Rahmen der I.M.A. anzunehmen.

Zum Schluß der Mitgliederversammlung sprach im Namen der Versammlung und der gesamten DMG Herr MENZER dem scheidenden Vorsitzenden und den anderen Herren des Vorstandes den Dank für ihre Tätigkeit aus und dankte auch unter dem Beifall der Versammlung dem Leiter der Hamburger Tagung, Herrn DRESCHER-KADEN, und seinen Mitgliedern für die Durchführung der Tagung.

C. Wissenschaftliche Vorträge fanden am 6. und 7. 9. 1958 statt.

Der Vorsitzende:
gez. Laves

Der Schriftführer:
gez. Rost

Fortschr. Miner.	37	1	13—48	Stuttgart, Juli 1959
------------------	----	---	-------	----------------------

Festvorträge „50 Jahre Deutsche Mineralogische Gesellschaft“

GESCHICHTE DER DEUTSCHEN MINERALOGISCHEN GESELLSCHAFT

Von

K. H. SCHEUMANN, Bad Hersfeld

Wenn ich mir zu vergegenwärtigen suche, welchen Eindruck die Gründung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft im Jahre 1908 auf uns junge Mineralogen gemacht hat, muß ich gestehen, daß ich eigentlich nicht einmal mehr weiß, wann ich zuerst von dieser Gründung gehört habe, geschweige denn, welchen Eindruck ich davon hatte.

Rufe ich mir die Zeitumstände der Jahre 1907 und 1908 ins Gedächtnis zurück, so wird mir klar, daß dies nicht anders zu erwarten sein konnte. Es war die Zeit, in der die Wissenschaftler nach einer strengen Hierarchie eingestuft waren. An der Spitze walteten die Geheimräte, und der kleine Mann in der Mineralogie schaute bewundernd oder ängstlich zu ihnen auf. Studenten, jüngere Assistenten und Liebhaber der Mineralogie fanden sich damals nur in kleinen geselligen Zirkeln zusammen, in denen sie ihre Erfahrungen untereinander austauschten. Was unter den Großen im Reiche der Wissenschaft geschah, berührte diese kleinen lokalen Kreise zunächst kaum.

So erregte es bei uns kein besonderes Aufsehen, als 1907 in Dresden in einer Sektionssitzung der Naturforscherversammlung 12 prominente Mineralogen beschlossen, daß eine Deutsche Mineralogische Gesellschaft gegründet werden solle. Sie fanden, daß sich auf diesen Massenversammlungen der deutschen Naturforscher und Ärzte die Mineralogie nicht genügend behaupten und kein Eigenleben entwickeln könne.

Die Zwölf wählten aus ihrem Kreise BRAUNS, LINCK und BERWERTH als Vollzugsausschuß für die Gründung. Diese drei verfaßten einen Aufruf, der im Frühjahr 1908 in verschiedenen Zeitschriften abgedruckt und auch in Einzelexemplaren an die Mineralogen verschickt wurde.

Darin heißt es:

„Wir wollen nun, daß in Zukunft auch die Mineralogen geeint an dem Wettkampf der Geister teilnehmen. Wir wollen in der „Deutschen Mineralogischen Gesellschaft“ einen anregenden und wirksamen Mittelpunkt schaffen für alle wissenschaftlichen Bestrebungen auf dem Gebiete der Mineralogie und Petrographie und den Weg ebnen zur Beratung und Ausarbeitung gemeinsamer wissenschaftlicher Arbeiten. Wir wollen durch Vorträge, durch Vorführung von Mineralien und Gesteinen, von neuen Apparaten und Untersuchungsmethoden auf der Jahresversammlung die von

einzelnen erzielten Fortschritte rasch zum Gemeingute aller machen. Wir wollen ferner durch das Zusammentreffen der Mitglieder auf der Jahresversammlung die Kollegen in persönliche Beziehung zueinander bringen und dadurch die Erörterungen von Fachfragen und Vertretung gemeinsamer Interessen ermöglichen und erleichtern.

Die Satzung der Gesellschaft, beziehungsweise ihre Einrichtung soll in diesem Jahre in Köln beraten werden, denn es besteht der Wunsch, die Jahresversammlung vorläufig zeitlich und örtlich im Anschluß an die Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in der Weise abzuhalten, daß sie selbständig neben dieser tagt und jedem Mitglied Gelegenheit geboten ist, an jener teilzunehmen und so den gewünschten Wechselverkehr mit den Vertretern verwandter Fächer zu pflegen.

Wir bitten nun alle Fachgenossen und Freunde, welche der zu begründenden Deutschen Mineralogischen Gesellschaft beitreten wollen, beiliegende Postkarte mit der unverbindlichen Mitgliedsanmeldung versehen an einen der Unterzeichneten einzusenden.“

Auf diesen Aufruf hin meldeten sich etwa 100 Interessenten; und am 22. September 1908 versammelten sich in Köln 38 Mineralogen, die die Gründung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft proklamierten.

Über dieses Ereignis berichten die Verhandlungen der Deutschen Naturforscher und Ärzte nur mit dem einzigen Satz: „Im Anschluß an diese Besprechungen konstituierte sich die Deutsche Mineralogische Gesellschaft.“

Wir haben über die Frühgeschichte der DMG keine Akten, nur eine Mappe mit Briefen, die BRAUNS in den Jahren 1908—1921 erhielt; sie ist bei der Zerstörung des Poppelsdorfer Schlosses glücklicherweise erhalten geblieben.

Wenn man in diesen alten Briefen blättert, so stellt man fest, daß gewisse Konkurrenzstreitigkeiten, die zwischen der Mineralogie und ihrer Nachbarwissenschaft, der Geologie, von Zeit zu Zeit aufzutauchen pflegen, auch schon MAX BAUER, unserem ersten Vorsitzenden, als Herausgeber des Neuen Jahrbuchs Sorge machten. Auch die Leiden des ersten Schriftführers LINCK kann man gut nachfühlen, wenn er sich über die Trödelei der Verlage und Druckereien ärgerte und dann noch von einigen Vorstandsmitgliedern Vorwürfe über Verzögerungen einstecken mußte.

Auf viele bekannte Persönlichkeiten fallen Streiflichter aus dieser BRAUNschen Korrespondenz. So erfahren wir aus den Briefen um die Gründungstagung in Köln, daß RINNE, der dort einen bedeutsamen Vortrag über Thermometamorphose und Sammelkristallisation hielt, seinen Tagungsbesuch abkürzt, um bei Krupp ein Meteoreisen abzuholen, das zur Erreichung eines Gleichgewichtszustandes monatelang in der Gluthitze getempert worden war. Außerdem erwähnt er, daß er gerade als frischgebackener Geheimrat von Hannover nach Kiel berufen worden sei. Der Einzug in die neue Wohnung fand genau am Tage der Gründung der Gesellschaft statt; das hielt ihn aber nicht davon ab, nach Köln zu kommen. Die Einrichtung dieser neuen Wohnung überließ er seiner Frau Else allein.

Wesentlich galanter zeigte sich der Wiener Hofrat BECKE, der auf BRAUNS Siebengebirgsexkursion verzichtete, weil es regnete und er von seiner Tochter begleitet war, der er doch nicht zumuten könne, daß sie sich nasse Füße hole.

Auch BECKE hielt bei dieser Tagung einen bemerkenswerten Vortrag, nämlich den für Petrographen besonders reizvollen über den Myrmekit, in dem er seine frappierende Erklärung dieses Phänomens darlegte.

Sehr bald schon ergab sich, daß innerhalb des neugewählten Vorstandes gewisse Meinungsverschiedenheiten auftraten. Sie spiegeln sich unmittelbar nach der Tagung in der Korrespondenz vornehmlich des Schatzmeisters SELIGMANN und des Schriftführers LINCK mit BRAUNS, dem zweiten stellvertretenden Vorsitzenden, der anscheinend ein ausgleichendes Element unter diesen sehr verschiedenen Charakteren war.

Die Initiatoren der Gesellschaft hatten, ihrem wissenschaftlichen Range — und auch ihren wirtschaftlichen Verhältnissen — entsprechend, die Tagungen der Gesellschaft in ihren Satzungen an die damals sehr exklusiven Versammlungen der Naturforscher und Ärzte gekoppelt. Sie wollten sie dadurch in den Rahmen der gesamten Naturwissenschaft stellen und legten auf diese Verbindung großen Wert.

Hier setzte nun der als Bankier mehr praktisch denkende Schatzmeister SELIGMANN seine Kritik an. Er schreibt:

„Die Frage nach dem Zusammentagen mit der Naturforscherversammlung habe ich ziemlich energisch abgelehnt. Die Idee, daß unsere Mitglieder Lust daran haben könnten, nebenan zu stehen, wenn diejenigen, die in der Lage sind, noch die 20,— M für die Naturforscher-Karte zu zahlen, rauschende Feste mitfeiern können, scheint mir falsch. Ich glaube, daß, wenn wir uns auf die feste Verbindung einließen, wir uns sehr schädigen würden.“

SELIGMANN erreichte zwar, daß für die Teilnehmer der DMG-Tagungen der Zwang wegfiel, den Tagungsbeitrag für die Naturforscher- und Ärzteversammlung zu entrichten, die Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft verblieb jedoch weiterhin der Deutschen Naturforscher- und Ärzteversammlung satellitisch angegliedert.

Die erste offizielle Mitteilung der jungen Gesellschaft wurde im Dezember 1908 verschickt. Darin wurde die Gründung und die Zusammensetzung des Vorstandes in einem Rundschreiben bekanntgegeben: Den Vorsitz hatte MAX BAUER, Marburg. 1. Stellvertreter war LIEBISCH, Berlin, 2. BRAUNS, Bonn, Schriftführer war LINCK in Jena und Schatzmeister Kommerzienrat SELIGMANN in Koblenz. Dieser Mitteilung ist ein Nachsatz angefügt, daß LIEBISCH von seinem Amte zurückgetreten und an seiner Stelle BERWERTH aus Wien vom Vorstande einstimmig zugewählt worden sei.

Was sich hinter dieser kurzen Mitteilung verbirgt, erfahren wir wieder aus der BRAUNSSchen Korrespondenz. Man war in österreichischen Mineralogenkreisen darüber gekränkt, daß in Köln kein Österreicher in den Vorstand gekommen war, obwohl von den 100 Mitglieds-Voranmeldungen 46 aus Österreich stammten.

Namentlich PELIKAN aus Prag brachte seine Entrüstung darüber zum Ausdruck und wies darauf hin, daß die Österreicher doch einen Mann wie

BECKE hätten präsentieren können. Er kündigte an, daß unter diesen Umständen er und der größte Teil seiner österreichischen Kollegen von der Anmeldung zur Mitgliederschaft zurücktreten wolle.

Längere Zeit korrespondierten BAUER, BRAUNS, BERWERTH und BECKE über dieses Mißgeschick, das nur durch eine ungeschickt durchgeführte Stichwahl entstanden war, in der BERWERTH gegenüber LIEBISCH unterlag. Bei aller Freundschaftlichkeit ihrer Schreiben ließen die beiden Wiener keinen Zweifel darüber, daß die Verstimmung unter ihren Kollegen innerhalb der Wiener Mineralogischen Gesellschaft sich nicht legen wolle.

Nur den unermüdlichen Vermittlungen BAUERS — er fuhr extra nach Berlin, um mit LIEBISCH zu sprechen — war es zu verdanken, daß die Sache dann durch LIEBISCHS Rücktritt wieder ins Gleis gebracht wurde.

BAUER hat sich auch später immer um den deutsch-österreichischen Zusammenhalt bemüht. Auch seinen Posten als 1. Vorsitzender gab er in diesem Bemühen vorzeitig auf, da er gerne BECKE auf diesem Platz sehen wollte. Er schrieb in diesem Zusammenhang an BRAUNS:

„Ich glaube, daß alle reichsdeutschen Mineralogen die vollkommene Gleichberechtigung der Österreicher ebenso anerkennen, wie es nach BECKE bei den Österreichern im umgekehrten Sinn der Fall ist.“

Im gleichen Jahre 1910, in dem BAUER zugunsten von BECKE zurücktrat, wurden auf der Königsberger Tagung verschiedene neue Beschlüsse gefaßt. Der wichtigste und für die Entwicklung der Gesellschaft entscheidende war die Gründung der Fortschritte als Vereinszeitschrift, in der über die Jahrestagungen und die Vorgänge innerhalb der Gesellschaft laufend referiert werden sollte. LINCK hatte als Schriftführer in mühevoller Kleinarbeit die Gründung dieser Zeitschrift vorbereitet. Schon im Januar 1910 war er darum bemüht, für die nächste Tagung repräsentative Referate zu bekommen, um damit der neuen Zeitschrift, die er von Anfang an angestrebt hatte, einen guten Start zu sichern. Er schreibt darüber an BRAUNS:

„Ich halte es doch für meine Pflicht, in erster Linie die älteren Kollegen um ein Referat zu bitten, weil sie eine ganz andere Übersicht über das Gebiet haben. Zum Schlusse wird man ja wohl auf jüngere Leute zurückgreifen müssen.“ (Hier guckt hinter allem Streben nach Fortschrittlichkeit doch noch ein Stück Geheimrat LINCK hervor.) Er fährt dann fort: „Zunächst mache ich ja nur die Vorarbeiten, die sich nach Kosten und Raum unseren Beschlüssen anpassen müssen. Möglich, daß dann die Redaction einem anderen Herrn übertragen wird und nicht in den Händen des Schriftführers verbleibt. Das ist mir gleichgültig und hat nichts zu tun mit der Erledigung der mir vom Vorstande gestellten Aufgabe.“

Es lag nahe, daß LINCK zum Redakteur der Fortschritte gewählt wurde; und der gute Anklang, den die Fortschritte fanden, erwies diese Wahl als eine glückliche Entscheidung.

Ein zweites, was in Königsberg seinen Anfang nahm, war die Berichterstattung des Beauftragten BRAUNS über den Stand der Verhandlungen im Damnu, d. h. im Deutschen Ausschuß für mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Diese Berichterstattungen erfolgten von nun an regelmäßig in den Fortschritten.

Im engen Zusammenhang mit dem Erscheinen der Fortschritte wurde in Königsberg neu eingeführt, jede Tagung einem bestimmten Thema zu unterstellen, für das Referenten bestellt wurden. In Königsberg war dieses Thema die Zwillingbildung mit MÜGGE und BECKE als Referenten, in Heidelberg Karlsruhe Erzlagerstätten, 1912 in Münster Kolloidchemie und bei der letzten Tagung vor dem Kriege in Wien Magnesitlagerstätten.

Auf dieser Tagung von 1913 in Wien wurde die inzwischen erfolgte Eintragung der DMG in das Vereinsregister in Jena bekanntgegeben und erstmalig ein Beirat zum Vorstande bestellt, in den BRAUNS, BERWERTH, GRUBENMANN und RINNE gewählt wurden.

Unvergesslich wird mir die Exkursion bleiben, die BECKE von Wien aus in die Gneise und Granulite des österreichischen Waldviertels führte, denn hier machte ich die erste Bekanntschaft mit dem Granulit, von dem ich niemals wieder losgekommen bin.

Während der Jahre des ersten Weltkrieges blieb BECKE erster Vorsitzender. Natürlich fanden keine Tagungen statt, aber LINCK brachte neben seiner Heerestätigkeit 2 Fortschrittbände heraus; und in den Zwischenzeiten hielten er und BECKE die Mitglieder, soweit sie erreichbar waren, durch Rundschreiben ständig auf dem laufenden. So konnte bereits wenige Monate nach Beendigung des Krieges unter 172 Mitgliedern durch schriftliche Abstimmung der Beschluß gefaßt werden, daß der Vorstand bis zur nächstmöglichen Tagung im Amt bleiben und daß zur Weiterführung der Fortschritte der Beitrag verdoppelt werden sollte.

1921 fand sich die Gesellschaft erstmalig in Göttingen bei MÜGGE wieder zusammen. Der Vorstand wurde nach seiner langen Amtsperiode abgelöst und BRAUNS zum Vorsitzenden gewählt mit den beiden Stellvertretern JOHNSEN und WEIGEL. Die Ämter des Schriftführers der Gesellschaft und des Schriftleiters der Fortschritte, die LINCK bisher in einer Hand vereinigt hatte, wurden nun aufgeteilt. Der Assistent LINCKS, SPANGENBERG, wurde zum Schriftführer gewählt; die Schriftleitung der Fortschritte übernahm JOHNSEN in Frankfurt, ebenso die Vertretung der Mineralogie im Damnu.

Diese Tagung brachte eine entscheidende Neuerung des Programms: man stellte kein festes Thema für einzelne Referate, sondern forderte zu kleineren Vorträgen mit selbstgewählten Thema auf. Dadurch wuchs die Zahl der Vorträge, und jüngere Wissenschaftler kamen mehr zu Worte.

Diese größere Liberalisierung und Demokratisierung ist teils als eine Parallele zu der politischen Entwicklung zu werten, teils entsprang sie der Notwendigkeit, den Nachwuchs kennenzulernen, weil in der nächsten Zeit zahlreiche Lehrstühle neu besetzt werden mußten.

Die Tagung von 1922 in Leipzig fand wieder zusammen mit der Naturforscherversammlung statt, die seit dem Kriege nur noch alle zwei Jahre tagte. Diese Tagung ist mir besonders gut in Erinnerung, schon deshalb, weil ich sie als RINNES Assistent vorbereitete. Vor allem faszinierte mich VIKTOR MORITZ GOLDSCHMIDTS Vortrag, in dem er die Stammtypen der südkandinavischen Eruptivgesteine auf Kristallisations-Differenzierung zurückführte.

Im Anschluß an die Tagung führte ich die Tagungsteilnehmer ins Granulitgebirge. Es war mir ein großer Genuß, daß sich jetzt BECKE von

mir die sächsischen Granulite zeigen ließ und sich an der Diskussion über ihre Genese mit besonderem Verständnis beteiligte.

Man muß wohl auch einmal daran erinnern, daß dies alles sich mitten in der fortschreitenden Inflation abspielt. So wird 1922 in Leipzig der DMG-Beitrag auf 75 Mark erhöht, 1923, in Hannover, wird dann beschlossen, daß überhaupt keine feste Beitragssumme im voraus bestimmt werden solle. Der abschließende Kassenbericht des Schatzmeisters THOST bilanziert Ende 1923 mit 10^{14} Mark.

Erstaunlicherweise brachte es der Herausgeber der Fortschritte, JOHNSEN, auch in dieser Zeit fertig, das Jahrbuch regelmäßig erscheinen zu lassen. Wahrscheinlich wirkte dabei der Glücksumstand mit, daß man in Leipzig als Vertreter der Mineralogen bei der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft LINCK gewählt hatte. Denn schon im Jahre 1923 wird in Hannover mitgeteilt, daß Band 8 der Fortschritte mit Unterstützung durch die Notgemeinschaft herausgebracht worden sei.

1924 in Marburg wurde RINNE zum 1. Vorsitzenden gewählt. Dort fiel die Wahl des Tagungsortes für 1925 auf Zürich. Es geschah dies zum erstenmal auf Grund einer Einladung: P. NIGGLI lud die Gesellschaft in sein Institut ein.

Es wurde eine reichbesuchte Tagung, auf der auch zahlreiche Österreicher erschienen. Auf dieser Jahresversammlung in Zürich übernahm EITEL an Stelle des zurücktretenden JOHNSEN die Schriftleitung der Fortschritte. Eine Normalisierung der Zeit dokumentierte sich dadurch, daß von nun an der Beitrag stetig auf 10,— RM gehalten werden konnte.

Ebenso glanzvoll wie die Züricher Tagung war die von Breslau 1927, wo RINNE als erster Vorsitzender von JOHNSEN abgelöst wurde.

In dieser Zeit diskutierte man sowohl in der Kristallographie als auch in der Petrographie viel über Systematik und Nomenklaturfragen, und es erschienen auch entsprechende Referate darüber in den Fortschritten.

Die nächste Vorstandswahl fand 1930 in Königsberg statt, der eine von ESKOLA geführte Exkursion nach Finnland vorausgegangen war. Zum ersten Vorsitzenden wurde EITEL gewählt, der 1931 in Dresden und 1932 in Frankfurt präsierte. 1933 wurde EITEL von dem sogenannten „Führer der Reichsfachschaft für Hochschullehrer und Wissenschaftler im Nationalsozialistischen Lehrerbund“ zum kommissarischen Führer der Gesellschaft ernannt. Er bestellte seinerseits einen neuen Vorstand. Im folgenden Jahr 1934 bestimmte er auf der Tagung in Berlin Herrn DRESCHER-KADEN zu seinem Nachfolger. Die letzten Tagungsorte vor dem zweiten Weltkriege waren München, Idar-Oberstein/Aachen und Graz. In München wählte die Gesellschaft zum Vorsitzenden Herrn RAMDOHR, der bis zum Kriegsende in diesem Amt verblieb.

1945 wurde die Deutsche Mineralogische Gesellschaft durch Ordre des Alliierten-Kontrollrates aufgelöst, wie alle kulturellen Vereinigungen, die im Dritten Reich gleichgeschaltet waren.

Da für die Deutsche Mineralogische Gesellschaft unter diesem alten Namen eine Lizenz abgelehnt worden war, wurden die deutschen Mineralogen in einer neu gegründeten, in Bonn lizenzierten Gesellschaft mit dem vorläufigen Namen „Mineralogische Vereinigung“ wieder zusammengerufen.

Dieser Name hatte überdies den Vorteil, daß er weder in den verschiedenen Zonen, in die Deutschland aufgeteilt war, noch in Österreich Anstoß erregen konnte. Es wurde ausdrücklich anerkannt, daß Angehörige aller Zonen und anderer Länder dieser mineralogischen Vereinigung angehören durften.

Überraschend schnell, schon nach 2 Jahren, wurde dieser vorläufige Deckname fallengelassen; 1949 auf der Tagung in Freiburg/Brsg. beschloß die Mitgliederversammlung, den alten Namen Deutsche Mineralogische Gesellschaft wieder aufzunehmen und im Bonner Vereinsregister eintragen zu lassen.

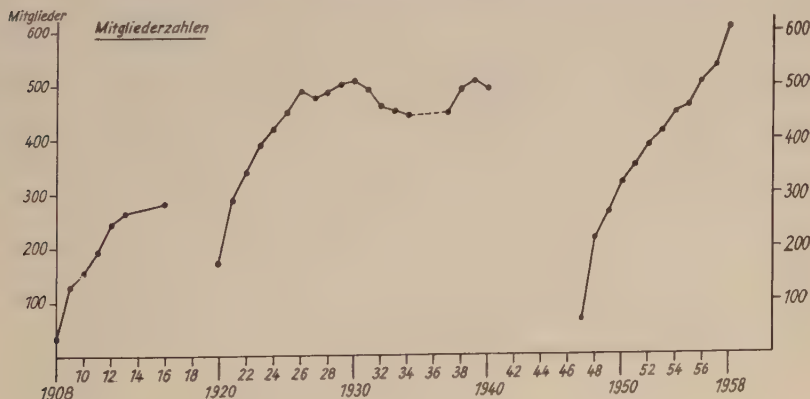
Das schnelle Wachstum der Gesellschaft sowie die immer größere Aufspaltung ihrer Wissenschaftszweige ließen im nächsten Jahre in Göttingen die Gründung einer Sektion der DMG für Kristallkunde folgen. Dies geschah vor allem in der Absicht, den Beitritt der Gesellschaft zu der internationalen Union für Kristallographie vorzubereiten. Auf den folgenden Tagungen Bochum und Regensburg machten diese Vorbereitungen weitere Fortschritte und 1953 wurde in Leoben der Beitritt der Gesellschaft zur Union bekanntgegeben.

Diese Tagung in Leoben bildete einen ausgesprochenen Höhepunkt. Nicht nur die alte Tradition der deutsch-österreichischen Zusammenarbeit lebte auf, sondern auch ein Freundschaftstreffen mit der Società Minerologica Italiana fand statt.

Der Aufschwung, den die internationalen Freundschaftsbeziehungen der DMG in Leoben bekommen hatten, machte sich auch auf den folgenden Tagungen Mainz, Aachen und Marburg durch stärkeren Besuch von ausländischen Mitgliedern bemerkbar.

Im vergangenen Jahre gelang es — nach früher vergeblich gebliebenen Ansätzen — auch den gesamtdeutschen Charakter unserer Gesellschaft dadurch zu erweisen und erneut zu betonen, daß sie auf Einladung Herrn LEUTWEINS ihre Jahresversammlung in Freiberg in Sachsen abhielt.

Damit bin ich am Schluß der 50 Jahre Vereinsgeschichte, über die ich berichten wollte. Ich habe bei der Kindheit und Jugend unseres Jubilars länger verweilt und bin mit den späteren Entwicklungsjahren, die die meisten von Ihnen aus eigenem Erleben kennen, etwas kursorisch verfahren.



Werfen wir zum Abschluß noch einen Blick auf die Mitgliederbewegung. Dreimal mußte sich die DMG in einem neuen Anfang zusammenfinden. Jedesmal steigt die Kurve der Mitgliederzahlen steiler empor. Am steilsten nach dem letzten Beginn 1947, und es ist aus ihrem Verlauf noch nicht abzusehen, welchem Maximum sie zustrebt.

Diese Lebenskraft der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft rechtfertigt nicht nur ihre Gründung vor 50 Jahren, sondern läßt uns auch für ihre zukünftige Entwicklung zuversichtlich das Beste hoffen.

Mitgliederzahlen, Tagungsorte und Vorsitzende der DMG

1908	38	Köln	BAUER
1909	130	Salzburg	BAUER
1910	158	Königsberg	BECKE
1911	192	Karlsruhe/Heidelberg	BECKE
1912	251	Münster	BECKE
1913	271	Wien	BECKE
1916	286		BECKE
1920	172		BECKE
1921	292	Göttingen	BRAUNS
1922	347	Leipzig	BRAUNS
1923	397	Hannover	BRAUNS
1924	420	Marburg	RINNE
1925	450	Zürich	RINNE
1926	490	Duisburg	RINNE
1927	478	Breslau	JOHNSEN
1928	487	Hamburg	JOHNSEN
1929	503	Darmstadt	JOHNSEN
1930	505	Königsberg	EITEL
1931	493	Dresden	EITEL
1932	462	Frankfurt/Main	EITEL
1933	455	Jena	EITEL
1934	449	Berlin	DRESCHER-KADEN
1935	?	Tübingen	DRESCHER-KADEN
1936	?	München	RAMDOHR
1937	453	Aachen/Idar-Oberstein	RAMDOHR
1938	497	Graz	RAMDOHR
1939	510		RAMDOHR
1940	494		RAMDOHR bis 1945
1947	65	Bonn	SCHEUMANN
1948	214	Frankfurt/Main	O'DANIEL
1949	266	Freiburg/Brsg.	O'DANIEL
1950	322	Göttingen	CORRENS
1951	354	Bochum	CORRENS
1952	390	Regensburg	ERNST
1953	414	Leoben	ERNST
1954	456	Mainz	TRÖGER
1955	466	Aachen	TRÖGER
1956	502	Marburg	LAVES
1957	534	Freiberg/Sa.	LAVES
1958	606	Hamburg	HEIDE

ENTWICKLUNG DER KRISTALLOGRAPHIE WÄHREND DER LETZTEN 50 JAHRE IN DEUTSCHLAND UND IN DER WELT

Von
F. LAVES, Zürich

Wenn wir versuchen wollen, uns einen Einblick in die Situation der Kristallographie vor etwa 50 Jahren zu verschaffen, so erhält man diesen recht gut dadurch, daß man in den seinerzeitigen Jahrgängen der Zeitschrift für Kristallographie blättert.

Diese 1877 durch P. VON GROTH begründete und von ihm unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen des In- und Auslandes herausgegebene Zeitschrift war die einzige kristallographische Zeitschrift in der Welt und war von Anfang an international ausgerichtet, wenn auch damals alle Artikel in deutsch — z. T. in Übersetzung — erschienen. Man erkennt diesen internationalen Charakter sofort an einigen Zahlen. Greifen wir die Bände der Jahre 1908 und 1909 heraus. Man findet darin, neben Referaten aus anderen Zeitschriften, 1600 Seiten von Originalarbeiten. Davon stellte Deutschland 37 %, USA, England, Italien und Rußland je etwa 8 %; das damalige Österreich-Ungarn etwa 22 %; und die noch fehlenden 9 % kamen vorwiegend von der Schweiz, Holland und Norwegen. Unter den Autoren findet man Namen wie: SCHALLER, PALACHE, TUTTON, BARKER, KRAUS, FEDOROW, ZAMBONINI, VERNADSKY, WULFF, JAEGER, um nur einige der ausländischen Autoren zu nennen. Wenn auch naturgemäß nicht alle kristallographischen Arbeiten in der Zeitschrift für Kristallographie publiziert wurden, so zeigen diese Zahlen doch, daß diese Zeitschrift die kristallographische Forschung der Welt recht gut widerspiegelte.

Als Themen der Arbeiten findet man vorwiegend solche beschreibender Natur: Morphologie natürlicher und künstlicher Kristalle (unter letzteren besonders solche organisch-chemischer Zusammensetzung) sowie mineralchemische, paragenetische und kristallphysikalische Arbeiten. Andererseits finden sich auch viele Arbeiten theoretischer Natur, in welchen versucht wird, kristallphysikalische Erkenntnisse dazu zu benutzen, seinerzeit vorliegende Theorien bzw. Hypothesen über den strukturellen Aufbau von Kristallen zu prüfen. Um nur einige Namen dieser Zeit zu nennen: VOIGT, GROTH, BECKENKAMP und MÜGGE in Deutschland, FRIEDEL in Frankreich, VON FEDOROW in Rußland und BARLOW in England. Als vom mineralogischen Standpunkte aus besonders interessant seien MÜGGE's Untersuchungen über Translationen und Schiebungen erwähnt, sowie FRIEDEL's Arbeiten über Zwillingsbildungen mit daraus ableitbaren Vorstellungen über eine Gitterstruktur von Kristallen.

Entgegen denjenigen Stimmen, welche die Symmetrieeigenschaften der Kristalle auf Symmetrieeigenschaften kleinster Moleküleinheiten entsprechender chemischer Zusammensetzung zurückzuführen versuchten, vertrat P. VON GROTH — auf Gedanken SOHNCKE's aufbauend — seit etwa 1904 einen Standpunkt, wie er von ihm in folgender Definition formuliert wurde:

„Ein Kristall besteht aus ineinandergestellten regelmäßigen Punktsystemen, deren jedes von gleichartigen Atomen gebildet wird; jedes dieser Punktsysteme besteht aus einer Anzahl ineinandergestellter Raumgitter, deren jedes von parallelgestellten gleichartigen Atomen gebildet wird; sämtliche Raumgitter einer solchen Struktur sind kongruent, d. h., ihr Elementarparallelepiped ist das gleiche.“

Zu ähnlichen — wenn auch nicht so allgemeinen — Schlußfolgerungen kamen unabhängig und etwa gleichzeitig BARLOW und POPE in England, welche sich die Kristalle aus sich berührenden Kugeln aufgebaut dachten, worauf hier jedoch im einzelnen nicht eingegangen werden kann.

In den Streit der Theorien, Hypothesen und Meinungen platzte nun 1912 jenes berühmte Experiment von LAUE, FRIEDRICH und KNIPPING, welches unzweifelhaft das bedeutungs- und wirkungsvollste Ereignis unserer Berichtsperiode darstellt. Es ist nicht abzusehen, wo die Kristallographie, die gesamte Naturwissenschaft heute stehen würde, wenn dieses Experiment oder eine analoge Beobachtung bis heute nicht gemacht worden wäre. Daß durch LAUE's Entdeckung nicht nur die Kristallographie, sondern auch die Mineralogie im engeren Sinne, die Lagerstättenkunde und Petrologie ganz neuartige und leistungsfähige Untersuchungsmethoden bekam, die deren weitere Entwicklung maßgeblich beeinflussten, sei nur am Rande erwähnt.

Leider ist Herr VON LAUE Physiker und nur ein Ehrenmitglied unserer Gesellschaft. Aber ich glaube, die Mineralogie darf sich doch etwas schmeicheln, zur Entwicklung der LAUE'schen genialen Idee mit beigetragen zu haben. War es doch gerade P. VON GROTH, der in München so hartnäckig seine Ideen von der Kristallstruktur lehrte, und dadurch auch die dortigen Physikerkreise mit den bis dahin entwickelten Strukturtheorien vertraut gemacht hat. Dies wird belegt durch einen Artikel FRIEDRICH's, der in einem Sonderheft der „Naturwissenschaften“, betitelt „10 Jahre Laue-Diagramm“, im Jahre 1922 über die Geschichte der Auffindung der Röntgenstrahlinterferenzen u. a. schreibt:

„Von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die Geschichte der Entdeckung der Röntgenstrahlinterferenzen war fernerhin die Anwesenheit des Altmeisters der Kristallographie, P. v. GROTH. Die außerordentlich interessanten Vorlesungen GROTH's über den Bau der Kristalle und über Kristalloptik wurden gern besucht, und in Verbindung mit der Vorliebe RÖNTGENS für Kristalle und Kristallphysik bedingten sie eine eingehende Kenntnis dieses Forschungsgebietes bei den Münchener Physikern.“

So war denn der Boden für die LAUE'sche Entdeckung in der glücklichsten Weise wie wohl nirgends wo anders vorbereitet.

Den äußeren Anlaß zu dem glänzenden, so außerordentlich fruchtbaren Gedanken LAUE's, daß beim Durchgang von Röntgenstrahlen durch Kristalle Interferenzerscheinungen ähnlicher Art wie beim Durchgang des Lichtes durch ein

Beugungsgitter auftreten müssen, bildete die Arbeit P. P. EWALDS über das Verhalten langer elektromagnetischer Wellen in einem Raumgitter, die dieser auf Veranlassung SOMMERFELD's begonnen hatte und später als Doktorarbeit herausgegeben hat. Wie wir von LAUE wissen, kam er bei einer Besprechung dieses Problems mit EWALD auf den Gedanken, nach dem Verhalten von Wellen zu fragen, welche gegen die Gitterkonstanten des Raumgitters klein sind. Hier sagte ihm sein optisches Gefühl sogleich, um mit ihm zu sprechen, dann müssen die Gitterspektren auftreten.

... und LAUE sprach auch sogleich EWALD gegenüber seine Vermutung aus.

Ich selbst erfuhr von dem Gedanken LAUE's gelegentlich einer der wissenschaftlichen Aussprachen, die sich an unser Colloquium anschlossen und den so erstrebenswerten Kontakt zwischen experimenteller und theoretischer Physik vermittelten, und die so reich an gegenseitiger Anregung waren. Mit dem Enthusiasmus, der der Jugend eigen ist, erklärte ich mich sofort bereit, einen einschlägigen Versuch zu machen, wenn auch zunächst sich die lebhafteste Diskussion für und wider die Realisierbarkeit der Idee entspann. Selbst die Einwände, die von berufenster Seite gemacht wurden, konnten LAUE und mich nicht von dem Plane des Versuches abbringen. Zwar war ich als Assistent SOMMERFELD's z. Z. beschäftigt mit dem Aufbau einer Versuchsanordnung zur Untersuchung eines Problems zur Bremsstrahlung, der meine Zeit sehr in Anspruch nahm; indessen fanden wir bald eine willkommene Hilfe in P. KNIPPING, der soeben seine Doktorarbeit abgeschlossen hatte, und dem daher mehr Zeit zur Verfügung stand. So konnten Herr KNIPPING und ich die bekannte einfache Anordnung zusammenstellen ...

... Es ist mir ein unvergeßliches Erlebnis, als ich spät abends ganz allein in meinem Arbeitszimmer des Institutes vor der Entwicklungsschale stand und die Spuren der abgelenkten Strahlen auf der Platte hervortreten sah. Am nächsten Tage war mein erster Gang in aller Frühe zu P. KNIPPING, um ihm die Platte zu zeigen. Wir eilten zu LAUE und zu meinem Chef, wo die Aufnahme naturgemäß auf das lebhafteste besprochen wurde. Dank dem großen Interesse und Entgegenkommen A. SOMMERFELD's war es uns möglich, mit den reichlichen Mitteln des Institutes die Untersuchung weiter fortzusetzen. In hochherziger Weise wurde ich von meiner begonnenen Bremsstrahlenarbeit dispensiert. Auch RÖNTGEN und GROTH, die gleichfalls von den Versuchen erfahren hatten, ließen es an Unterstützung durch Rat und Tat nicht fehlen. ...“

Schon bald nach der LAUE'schen Entdeckung erfolgten die ersten vollständigen Strukturbestimmungen 1913 durch die beiden BRAGG's in England. Die erste ermittelte Struktur war diejenige des Diamanten. Bald folgten Steinsalz, Flußspat, Pyrit und Kalkspat. Und riesengroß ist die Anzahl der Strukturen, die von Bragg und seinen Schülern und Schülerschülern vorwiegend in England und später in USA ermittelt wurden.

In Deutschland machte die praktische Strukturbestimmung leider nur geringe Fortschritte. Einige Zahlen sollen das belegen: Von 48 Elementstrukturen, die bis 1928 bekanntgeworden waren, sind nur 7 in Deutschland bestimmt worden. 2 davon, das Silizium und Wolfram, wurden 1916 von DEBYE und SCHERRER gefunden, die damals in Göttingen wirkten. Ähnliche Relativzahlen würde auch eine Statistik der einfachen Verbindungen vom Formeltyp AB und AB₂ ergeben, um deren Aufklärung sich Anfang der 20er Jahre besonders V. M. GOLDSCHMIDT in Norwegen bemüht hatte. Mit Hilfe dieser einfachen Verbindungen konnte GOLDSCHMIDT seine berühmten Radien ableiten, die ihn dann weiter in die Lage versetzten,

das an sich schon früher bestehende Gebiet der Kristallchemie derart maßgeblich zu befruchten und zu fundieren, daß man ihn wohl als den Schöpfer der modernen Kristallchemie bezeichnen kann.

Daß in Deutschland in jener Zeit so wenig experimentelle Kristallstrukturforschung betrieben wurde, ist sicherlich z. T. eine Folge des verlorenen I. Weltkrieges. Es fehlte an Geldmitteln für experimentelle Forschung. Andererseits liegt es aber wohl auch daran, daß die Kristallographie in Deutschland traditionsgemäß zur Mineralogie gehörte, daß die mathematisch-physikalische Ausbildung der Mineralogen im allgemeinen aber nicht ausreichte und auch nicht angestrebt wurde, um auf dem Gebiete der Kristallstrukturforschung den Konkurrenzkampf mit Forschern anderer Länder aufnehmen zu können, in denen sich jetzt Physiker und Chemiker dieser Probleme annahmen.

Ein Beispiel sei speziell erwähnt. Viel war früher über Strukturformeln der Silikate geschrieben, und was hätte näher gelegen, als daß sich Mineralogen um eine Strukturaufklärung dieser wichtigen Mineralgruppe gekümmert hätten. Diese Arbeit wurde aber vorwiegend den Physikern überlassen, insbesondere BRAGG und seinen Mitarbeitern. Nur wenige Silikatstrukturbestimmungen wurden in Deutschland gemacht, die späterer Kritik standhalten konnten. Immerhin eine solche möchte ich erwähnen: Die 1924 von MENZER bestimmte Granatstruktur. Aber ich glaube, MENZER kam von der Physik her, und man war lange argwöhnisch ihm gegenüber, ob er denn auch außer dem Granat noch ein anderes Mineral kenne, denn ohne einen derartigen Nachweis durfte man doch wohl nicht auf einen mineralogischen Lehrstuhl berufen werden.

Immerhin schief während der 20er Jahre die kristallographische Forschung in Deutschland nicht. Viele physikalische Eigenschaften der Minerale und anderer Kristallarten konnten zu den im Ausland ermittelten Strukturen in Beziehung gesetzt werden. Die Kristallmorphologie erfuhr unter NIGGLI's Einfluß eine bedeutsame Renaissance. KOSSEL, STRANSKI, SPANGENBERG und NEUHAUS verdanken wir wichtige Erkenntnisse über das Kristallwachstum. Probleme der Mischkristallbildung, der Plastizität usw. wurden erfolgreich an verschiedenen Stellen, u. a. von SEIFERT und O'DANIEL bearbeitet. Auch seien die wichtigen Untersuchungen DEHLINGER's im KWI für Metallphysik über Entmischungen und Versetzungen erwähnt, Arbeiten, die auch heute noch mit zu den grundlegenden gehören, auf welche die Erfolge zurückzuführen sind, die z. Z. bezüglich des Verständnisses der Kohäsionseigenschaften der Materie erzielt werden.

Es sei gestattet, noch einige besonders wichtige Erkenntnisse zu erwähnen, die in Deutschland in jener früheren Zeit gewonnen wurden: Ich denke an P. NIGGLI, der durch seine in Leipzig und Tübingen entstandenen Arbeiten über die strukturell wichtigen Symmetrie-Eigenschaften der 230 Raumgruppen eine systematische Strukturbestimmungsmethodik ermöglichte. Ich denke weiterhin an die Einführung des reziproken Gitters durch P. P. EWALD, über welches jeder Anfänger stöhnt, ohne welches aber niemand zu einem Fortgeschrittenen werden kann. Als wichtige apparative Neuerung sei das etwa 1925 von WEISSENBERG entwickelte und nach ihm benannte Goniometer erwähnt.

Werfen wir wieder einen Blick ins Ausland, um die Zeit von 1930: Hier geht es mit Riesenschritten voran in der Erkenntnis der Kristallchemie metallischer Stoffe sowie organischer Substanzen. Um diese Zeit wurde in England, und bald auch in USA, die Basis gelegt für eine stetige Entwicklung der Strukturforschung zunächst einfacher, dann immer komplizierterer Verbindungen, deren heutigen Ergebnissen wir nur staunend und bewundernd gegenüberstehen können. Wir dürfen aber nicht nur die Ergebnisse bewundern, wir müssen uns auch die ungeheure Arbeit vor Augen halten, die in London, Cambridge, Oxford, Manchester sowie an vielen Orten Amerikas in die theoretische und experimentelle Vervollkommnung der Strukturbestimmungsmethoden gesteckt wurde. Im Zusammenhang damit wurden Rechenhilfsmittel und neue Instrumente entwickelt, die es dort ermöglichen, Probleme anzugehen, an die wir uns hier in Deutschland solange nicht heranwagen können, solange wir es nicht gelernt haben, sie zu nutzen, abgesehen davon, daß wir vieles davon gar nicht zur Verfügung haben. In dieser Beziehung haben wir in Deutschland sehr vieles nachzuholen.

Wir wollen aber wieder zurückkehren in die Jahre um 1930. Um diese Zeit begann man auch in Deutschland, sich etwas mehr um praktische Strukturbestimmungen zu bemühen. Großartige Erfolge verdanken wir hier dem Chemiker EDUARD ZINTL in Darmstadt, sowie dem Metallphysiker DEHLINGER und seinen Schülern in Stuttgart. Auch war jetzt deutlich der Einfluß V. M. GOLDSCHMIDT's zu spüren, der 1929 nach Göttingen berufen wurde, sich aber bereits 1935 veranlaßt sah, Deutschland wieder zu verlassen. Politische Gründe bewogen auch P. P. EWALD, einige Jahre später im Ausland Forschung und Lehre fortzusetzen.

Diese und andere Gründe (welche zu diskutieren jetzt zu weit führen würde) brachten es mit sich, daß in Deutschland die Kristallographie vorwiegend ohne röntgenographische Hilfsmittel betrieben wurde. Etwas übertrieben ausgedrückt, stellte sich etwa folgender Zustand ein: Traditionsgemäß gehörte die Kristallographie zum großen Gebiete der Mineralogie. Folglich kümmerten sich nur wenig Physiker um die Kristallstrukturforschung. Sie beschränkten sich auf die weitere Erforschung der Physik des Beugungsvorganges. Die Chemiker wurden nicht in Kristallstrukturforschung geschult, weil es nur wenige mineralogische Institute gab, wo diese aktiv betrieben wurde. Vom Mineralogen wurde aber erwartet, daß er sich vorwiegend um Mineralien kümmere. Die Bestimmung der „leichten“ Mineralstrukturen war aber bereits im Ausland durchgeführt, und für die komplizierteren fehlte ihm das mathematisch-physikalische Training. Und falls er sich mit Strukturen von Nichtmineralien beschäftigte, so gab es Mächtige unserer Zunft, die das nicht unbedingt als vom mineralogischen Standpunkte aus lobenswert ansahen.

Im letzten Jahrzehnt hat sich erfreulicherweise diese Einstellung etwas gewandelt. In vielen Instituten machen sich Anzeichen bemerkbar, das Versäumte aufzuholen. Aber man darf eines nicht vergessen: Wer es heute unternimmt, sich mit den mathematischen, physikalischen und rechen-technischen Methoden derart vertraut machen zu wollen, daß er erfolgreich mit den Kristallographen des Auslandes konkurrieren kann, wird kaum

mehr in der Lage sein können, sich den Ruf eines Mineralogen im traditionellen Sinne zu verschaffen oder zu erhalten, insbesondere, wenn er sich für Kristallographie interessiert; d. h. nicht nur für die Kristallographie der Mineralien, die ja artmäßig nur einen kleinen Sektor der kristallisierten Materie ausmachen. Um auch mal etwas technisch Wichtiges zu sagen: Die Synthese des Penicillins wurde erst möglich, als dessen Konstitution durch Kristallstrukturbestimmungen aufgeklärt worden war. Diese, wie fast alle bislang publizierten Strukturbestimmungen organischer Substanzen, wurde im Ausland (D. CROWFOOT HODGKIN und Mitarbeiter, 1950) durchgeführt. Soll dieser Zustand so bleiben?

Als zukünftige Lösung sehe ich nur folgende Möglichkeit: Die Schaffung zusätzlicher Kristallographie-Institute mit Ordinariaten, in denen zwar Mineralien untersucht werden dürfen, aber nicht unbedingt untersucht werden müssen. Es muß Forschungsstätten geben, die sich für den kristallisierten Zustand als solchen interessieren. Solange es solche Institute nicht in befriedigender Anzahl gibt, hat die „Mineralogie“ als bisherige Verwalterin der Kristallographie in Deutschland die Pflicht, gute Strukturforscher auf ihre Lehrstühle zu berufen, auch wenn diese z. B. mehr von Physik als von Petrographie verstehen sollten. Den wenigen in Deutschland arbeitenden Strukturforschern muß ein Lebensraum geschaffen werden, in welchem sie durch Lehre und Forschung einen Nachwuchs heranbilden können, der sich für den Kristall an sich interessiert, sei es vom mineralogischen, chemischen oder physikalischen Standpunkt aus.

Verzeihen Sie bitte, wenn ich so viel Zeit auf die strukturelle Seite der Kristallographie verwandt habe. Aber ich glaubte, dieser Vortrag solle unter anderem auch zum Nachdenken für zukünftige Entwicklungen anregen dürfen. Solches Nachdenken ist aber gerade auf diesem Sektor der Kristallographie notwendig. Die LAUE'sche Entdeckung — in Deutschland geboren — ermöglichte eine Kristallstrukturforschung. Deren Bedeutung für alle Zweige der Naturwissenschaften und Technik ist uns allen geläufig. Praktisch betrieben wurde sie aber, und wird sie auch heute noch, vorwiegend im Ausland.

ENTWICKLUNG DER MINERALOGIE WÄHREND DER LETZTEN 50 JAHRE IN DEUTSCHLAND UND IN DER WELT

Von

P. RAMDOHR, Heidelberg

Daß der Titel meines Vortrags die „Entwicklung“, nicht der „Fortschritt“ heißen soll, ist bedeutsam. „Entwicklung“ braucht nicht mit „Fortschritt“ identisch zu sein. Es kann zutreffen, und das ist ein idealer Fall, es kann aber ebensogut tief im Innersten eine Fortentwicklung ein „Rückschritt“ sein. Farbenphotographie ist sicher eine sehr weitgetriebene Fortentwicklung der Darstellung von Mensch und Dingen — ob aber auch das beste Farbphoto von heute einen Vergleich aushält etwa mit einem Gemälde von Tizian oder auch nur von Schwind, möchte ich bezweifeln —, ebenso ist es mit dem antiken Theater und dem heutigen Kino oder gar Fernsehen. Von der Entwicklung Keule—Atombombe wollen wir ganz absehen.

Auch in der Wissenschaft kann es ähnlich sein. So läßt sich z.B. bezweifeln, ob manche eleganten Schnellmethoden der heutigen analytischen Chemie wirklich einen Fortschritt gegen die solide, wenn auch zeitraubende und manchmal sicher langweilige Art des Arbeitens etwa der Analytiker RAMMELSBERG oder HILLEBRAND darstellen. Ich werde in manchen Fällen — betont oder am Rande — auch aus unserer Wissenschaft ähnliches erwähnen müssen. Gerade einem Älteren wollen Sie da einen gewissen Skeptizismus erlauben.

Fragen wir zunächst nach dem Stande unserer Wissenschaft etwa im Jahre 1908 oder auch 1909, als ich zu studieren begann. Es ist gar nicht leicht, alles aus dem Gedächtnis zu rekonstruieren, wenn man in der Entwicklung sich selbst entwickelt hat. — Aber es gibt da ein paar gute und unbestechliche Hilfsmittel:

1. Etwa im Inhalt der damals gerade erschienenen Lehrbücher. Diese werden meist eine Spur zu konservativ erscheinen, da sie ja ganz neue Erkenntnisse noch nicht ganz in ihrer Wichtigkeit, z. T. auch Richtigkeit beurteilen können.

2. Die Einsicht in die neuerschienenen Originalarbeiten, in unserem Fall etwa die im Neuen Jahrbuch für Mineralogie oder dessen Centralblatt (heute Monatshefte). Hier haben wir durch den zeitlichen Abstand meist die Möglichkeit zu beurteilen, was richtig, Entwicklung, Fortschritt war.

3. Schließlich die Vorlesungsnotizen aus einem damals als besonders modern und umfassend geltenden Kolleg, etwa dem meines Lehrers O. MÜGGE.

Der 1907 in 15. Auflage erschienene „NAUMANN — ZIRKEL“ übertrieb zwar den eben erwähnten Konservativismus etwas, übermittelte aber doch recht zuverlässig das, was als gesichert oder wichtig „in weiteren Kreisen“ angesehen wurde. Zunächst fällt uns auf, daß die Grenzen zu den Nachbardisziplinen schärfer gezogen waren, als das heute üblich und möglich ist, es übrigens auch schon in anderen gleichaltrigen Lehrbüchern der Fall war. Dem unbedingten Vorzug der einheitlichen Geschlossenheit stand damit die größere Gefahr des Insichinkapselns und demgemäß mangelnder Blutauffrischung entgegen. Sogar die Kristalloptik und überhaupt die Kristallphysik, schon lange durch geniale Gelehrte wie F. E. NEUMANN, WOLDEMAR VOIGT, den Vater CURIE, THEODOR LIEBISCH, VIKTOR VON LANG weitgehend, für das Durchlicht sogar im Grunde fast erschöpfend, erarbeitet, wurden nur soweit gebracht, als sie zum Verständnis mikroskopischer Arbeit und der Daten unbedingt notwendig waren. Auch chemische Dinge, abgesehen von den ausführlich besprochenen Lötrohrmethoden, wurden kaum behandelt, kristalchemische fast gar nicht, wenn auch dem Begriff „Isomorphie“ ein recht großer Raum mit sogar recht modern anmutenden Gedanken gewidmet ist. Über Radioaktivität wird, obwohl die Untersuchungen von BECQUEREL und des Ehepaares CURIE schon bis zu 12 Jahren zurücklagen und äußerst reichlich auch in der Tagespresse darüber diskutiert wurde, im ganzen Buch allein gesagt: „Uranpecherz ist der Hauptträger von Radium und Helium.“ Sogar die Brücken zur Geologie kommen, obwohl ja ZIRKEL Petrograph war, recht schlecht weg. Das mag allerdings in einer Animosität von ZIRKEL gegen CREDNER, den Geologen derselben Universität, z. T. begründet sein.

Die physikalische Chemie der ozeanischen Salzlagerstätten war durch VAN'T HOFF und zahlreiche und bedeutende Schüler gerade sehr energisch gefördert worden, trotzdem findet sich kein Wort darüber in diesem Lehrbuch. — Trotzdem z. B. die gründliche Besprechung der Pseudomorphosen ein guter Anlaß gewesen wäre, wird kein Versuch gemacht, physikalisch-chemisch zu denken. Ich werde gleich zeigen, daß das anderswo aber auch anders sein konnte, wo fortschrittlichere Gelehrte zum Wort kamen.

Die Morphologie der Kristalle beherrscht einen großen Teil des Buches — wir sind ja gerade in der Zeit, wo V. GOLDSCHMIDT seinen Kristallatlas erarbeitete. Andererseits wurde, wie ich mich gut erinnere, schon damals über die „Flächenjägerei“ gelächelt. Kristalle gut zu zeichnen war damals eine Selbstverständlichkeit, nicht nur im Lehrbuch, sondern auch im Unterricht. Dabei hatte allerdings gerade ZIRKEL ein sehr geringes Feingefühl für die Gleichartigkeit der Zeichnungen in Technik und Größe (es kommen — auf derselben Seite — Zeichnungen vor, die linear 7mal größer sind als andere!). Insgesamt war aber die Zahl wirklich fehlerhafter Zeichnungen prozentual sicher kleiner als die heutiger Werke (man sehe einmal in Bd. 2 des neuen DANA!). Die NAUMANN'schen Symbole galten damals schon als völlig veraltet; daß sie hier erschienen, mag aus Traditionsgründen verständlich sein.

Der „Spezielle Teil“ ist, wie in allen Büchern jener Zeit, recht ausführlich und gut mit Zeichnungen ausgestattet. Als Datensammlung hat

manches noch heute seinen Wert; andererseits ist sicher Unwesentliches gelegentlich sehr breit ausgeführt, z. B. die Fundortsaufzählung auch bei gewöhnlichsten Mineralien, ohne daß der Lagerstättentyp erkennbar gemacht wäre.

Ganz anders die Vorlesungen von O. MÜGGE. Sie galten als ganz modern — es war ein hervorragendes, aber schweres und den Anfänger etwas abschreckendes Kolleg. — Wie sein Schüler JOHNSEN hatte MÜGGE ja viel über Kristalldeformationen gearbeitet (der Begriff „Translation“ geht auf ihn zurück), ebenso über orientierte Verwachsungen und war so — schon lange vor dem Beweis durch LAUE — durchaus mit dem Raumgitterbegriff und vielen seiner Folgerungen vertraut, so z. B. daß Schichtgitterminerale meist optisch negativ würden sein müssen. Die Kristallphysik wurde auf der Basis der Bücher von LIEBISCH sehr gründlich behandelt, in der Optik auch Dinge, die man heute als reichlich speziell ansehen würde. — Das Göttinger Institut hatte von LIEBISCH her und in Zusammenarbeit mit TAMMANN, dessen Buch „Kristallisieren und Schmelzen“ gerade erschien, eine stark physikalisch-chemisch orientierte Arbeitsrichtung, so daß die ersten epochemachenden Arbeiten des Geophysical Laboratory des Carnegie Instituts uns schleunigst und gründlichst eingehämmert wurden, nicht ohne manchmal stark übertriebene Bezugnahme auf die Gesteinsbildung und andere Paragenesen. Dasselbe traf übrigens manchmal auf die geologischen Schlußfolgerungen aus den Arbeiten von VAN'T HOFF zu. Einige dieser Dinge sind mir noch ganz gut in Erinnerung; sie führten meist zu starker Überschätzung der Bildungstemperaturen und regten den paragenetisch nachdenklichen Studierenden zu mancher Diskussion an.

O. MÜGGE hatte 1907 gleichzeitig mit A. JOLY die pleochroitischen Höfe als radioaktiv bedingt erkannt und erarbeitete gerade die Erkenntnis, daß das Verhalten der „metamikten“ Mineralien ebenfalls eine radioaktive Wirkung sei — übrigens fast 20 Jahre früher, als sie Eingang ins physikalische Schrifttum fand! Kristallmorphologie wurde zwar sehr gründlich betrieben, aber nicht so sehr als Selbstzweck, sondern weil sie diagnostisch und paragenetisch ein hervorragendes Hilfsmittel darstellt.

Das letzte mußte erwähnt werden, weil ganz gleichzeitig man anderswo sich herumstritt und abplagte, z. B. um immer neue Benennungen für Symmetrieklassen oder charakteristische Flächenlagen zu erfinden. Persönliche Eitelkeiten spielten dabei eine große Rolle, eine Gegnerschaft vieler zu P. GROTH, mit dem — milde gesagt — nicht gut Kirschen essen war (und der so z. B. nie unserer Gesellschaft beitrug), eine weitere. Überhaupt „stritt man sich gerne“, z. T. über heute etwas lächerlich wirkende Dinge — nun, in 50 Jahren wird auch manche Kontroverse der heutigen Tage komisch erscheinen! Insgesamt war ein Nebeneinander vieler hochintelligenter und fleißiger Gelehrter — um einige gerade im Höhepunkt ihrer Schaffenskraft stehenden zu nennen: MÜGGE, BRAUNS, LINCK, MILCH, RINNE in Deutschland, BECKE in Österreich, in Frankreich LACROIX und FRIEDEL, in England MIERS, PRIOR und als letzter Überlebender SPENCER — außerordentlich förderlich für unsere Wissenschaft. Wenn neue Probleme auftauchten, so war man gewiß, daß sie in wechselseitiger und kritischer Anregung durch

diese Gelehrten und ihre Schulen schnell gefördert wurden. Das zeigt überzeugend ein Blick ins Schrifttum jener Zeit!

Ich nehme da Bezug auf das Centralblatt, das damals viel repräsentabler war als die heutigen Monatshefte. 1908 finden sich da z. B. interessante Arbeiten von BOEKE und CORNU, die Erkennung der Kryolithumwandlung als geologisches Thermometer durch NACKEN, eine wichtige Arbeit von MÜGGE über Silikatstrukturen (damals natürlich betrachtet noch im Sinne der verschiedenen „Kieselsäuren“), die sich mit Fehlschlüssen von TSCHERMAK, von dem man heute nur die durchaus richtigen Angaben über die Vertretung von 2 Al durch MgSi und Al für Si in den Pyroxenen bzw. Feldspäten zitiert, ohne eine Reihe recht kräftiger Fehlschlüsse zu kennen, schließlich eine heute fast amüsant wirkende von JOHNSEN über die Symmetrie des Wulfenits. Amüsant insofern, als NAUMANN diese Symmetrie bereits 1836 ganz richtig festgestellt hatte, dieses aber in Vergessenheit geraten war, und weiter, weil wir gerade erlebten, daß 1955 HURLBUT dieselbe wieder einmal vergessene oder für unkorrekt gehaltene Tatsache erneut „entdeckte“. Es scheint eine Art von Gesetz zu sein, daß Literatur älter als 30—40 Jahre nicht mehr von der jungen Generation gelesen wird und so in schätzungsweise 50jährigem Rhythmus immer wieder erfreulicherweise die Gelegenheit zu „Neuentdeckungen“ gegeben wird. In einem Bergmannsbuch von etwa 1720 steht der Satz: „die Alten sind auch Leut' gewest“ (gemeint ist: Leute, die etwas dachten und beobachten) — es scheint Anlaß zu sein, in diesem Zusammenhang daran zu erinnern!

1909 enthält das Centralblatt erstmalig den Namen VIKTOR MORITZ GOLDSCHMIDT unter seinen Autoren mit einem Vorläufer der klassischen Arbeit über Kontaktmetamorphose des Kristianiagebiets, und zwar besonders mit grundlegenden Gedanken über Spannungsanisotropie. 1909 erschien auch die später es zu vielen Auflagen bringende „Praktische Gesteinskunde“ von RINNE erstmalig. KOENIGSBERGER brachte 1910 die erste Arbeit über Anisotropie von Opakmineralien im Auflicht heraus mit schon recht gründlicher Behandlung der Theorie. 1911 taucht PAUL NIGGLI in der Reihe der Autoren auf, 1912 bereits wieder und hier schon verknüpft mit dem Begriff „Gase im Magma“. 1912 publizierte unser lieber Freund ROSE seine methodisch so hervorragende Arbeit über die Rotationsdispersion des Zinnobers.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß damals DOELTERS Handbuch der Mineralchemie zu erscheinen begann und daß 1912 VAN'T HOFF starb, fast gleichzeitig mit dem Erscheinen seines Buches über die „Ozeanischen Salzlagerstätten“.

Es folgte der Krieg 1914—1918. Es ist klar, daß in einer Zeit, wo die Jugend aller Länder im Felde stand, die Publikationen nun Sache der Älteren und der wenigen Neutralen war. Als Grundlagenarbeiten aus dieser Zeit müssen genannt werden Untersuchungen über die Mischbarkeiten in der Pyroxengruppe durch TSCHERMAK und durch BOEKE, von NACKEN über Kristallisationsgeschwindigkeit, von MÜGGE und JOHNSEN im Ausbau lange zusammengetragenen Beobachtungsmaterials die strukturelle Deutung von Gleitzwillingsbildung und Translation, von JOHNSEN speziell der

Begriff von dem, was wir heute, nicht gerade schön, „Nichtgitterschiebung“ nennen. Insgesamt ist erstaunlich, wieviel wertvolle Arbeit während und trotz des Krieges geleistet wurde.

Trotzdem hatte der Krieg einschneidendste Folgen für die Mineralogie gerade in Deutschland. Die führende Rolle, die unser Land noch bis etwa Kriegsbeginn gehabt hatte, ging verloren. Zunächst raffte der Krieg eine große Zahl ausgezeichnete Nachwuchskräfte hinweg: MARK, RITZEL, UHLIG, der ausgezeichnete Kristalloptiker KAEMMERER, die Lagerstättenforscher GUILLEMAIN und LACHMANN und von österreichischen Kollegen GÖRGEY, SEEMANN, PERNTHALER blieben im Felde, einige weitere hatte die Kriegsgefangenschaft seelisch zerbrochen, BOEKE nahm sich bei Kriegsende selbst das Leben. — Dazu kamen die Folgen des Abgeschnittenseins von der wissenschaftlichen Kommunikation, die Inflation mit ihren Auswirkungen auf die Institute und schließlich, aber vielleicht am einschneidendsten wirksam, die Gründung bzw. Erweiterung selbständiger Publikationsorgane und Gesellschaften im Ausland, besonders USA (American Mineralogical Society 1915). Weiter ist nötig, darauf hinzuweisen, daß die Übung, wichtige Arbeiten neben der Heimatsprache des Autors auch in Deutsch in deutschen Zeitschriften zu publizieren, in Vergessenheit geriet.

Es ist erstaunlich, daß immerhin praktisch sofort nach der Niederlage und trotz der Inflation die Arbeiten ohne Zäsur weitergingen. Es erscheinen mit wichtigeren Publikationen erstmalig BEREK, EITEL, SCHEUMANN und SCHNEIDERHÖHN, dazu rückten in den Vordergrund neue Sterne der Wissenschaft, die für rund 20 Jahre die Entwicklung der Mineralogie maßgebend beeinflussten: Der Norweger VIKTOR MORITZ GOLDSCHMIDT und der Schweizer PAUL NIGGLI. Es war ein ganz großer Erfolg, daß es während und nach dem Kriege gelang, sie wenigstens auf einige Jahre an deutsche Hochschulen zu ziehen. Ähnliche Bedeutung gewann etwa gleichzeitig in Rußland FERSMAN. Trotz der enormen Leistungen und des Einflusses der Forscher des Geophysical Laboratory in Washington konnten alle diese, BOWEN durchaus eingeschlossen, in umfassender Bedeutung mit GOLDSCHMIDT, NIGGLI, FERSMAN in keiner Weise konkurrieren.

Worin lag nun das Geheimnis des Erfolges dieser drei Männer? Alle waren jung und arbeitsam, allen flossen Gedanken und Arbeitsergebnisse leicht in die Feder, alle hatten aber auch so solide und weitreichende Kenntnis der Nachbarggebiete, Physik, Chemie und Geologie, daß sie in der Problemstellung ihrer Arbeiten wie in ihren Lehrbüchern eine Synthese dieser Wissenschaften mit unserem Fach durchführen konnten. Dabei lagen bei NIGGLI die Interessen und die Begabung bevorzugt in der physikalischen und mathematisch-strukturgeometrischen Richtung, bei GOLDSCHMIDT nach der Kristallchemie und Geochemie, bei FERSMAN nach der Geologie, Geochemie und Paragenesiskunde. Alle drei waren aber ohne jede Einseitigkeit von wahrhaft umfassendem Wissen — nun, ich erzähle Binsenwahrheiten!

1921 und 1922 gelangen G. LINCK die Synthese des Dolomits und O. MÜGGE die Erkennung des Quarzes als geologisches Thermometer. Von NIGGLI erschienen in schneller Folge die Bücher über „Leichtflüchtige Bestandteile im Magma“, die zuerst wenig beachtete „Geometrische Kristallographie des Diskontinuums“ und das m. E. von den späteren Auflagen

weder erreichte noch übertroffene — natürlich aber wesentlich verbreiterte und in Einzelheiten oft berichtigte — einbändige Lehrbuch der Mineralogie.

Gleichzeitig mit amerikanischen Arbeiten, z. T. auch auf ihnen fußend, schnell aber sie überholend, kommen die erzmikroskopischen Arbeiten von SCHNEIDERHÖHN (das kleine erste Lehrbuch 1922).

Der Begriff „Ionen- und Atomradius“ führt sich in Arbeiten von GRIMM, WASASTJERNA, besonders aber GOLDSCHMIDT ein. 1923—1925 brachte erstmalig eine ganze Reihe von Gelehrten in den Vordergrund, die auch heute noch (bzw. bis vor kurzem) tätig sind. CORRENS, LEONHARDT, SEIFERT, SPANGENBERG, TRÖGER und auch der Verfasser kamen mit größeren Arbeiten heraus. Als „Marksteine“ möchte ich aber erwähnen das Erscheinen der Arbeiten von KOENIGSBERGER über alpine Minerallagerstätten, von RINNE über die Deformation von Graphit (obwohl sie nicht ganz richtig war!) und von BEREK „Drehtischmethoden“. Auf dem erzmikroskopischen Sektor sei das ausgezeichnete, aber durch den frühen Tod des Autors unvollendete Werk von VAN DER VEEN genannt.

Bereits 1920 hatte G. LINCK die Zeitschrift „Chemie der Erde“ gegründet. Bei aller Anerkennung dieser Zeitschrift und einiger weiterer möchte ich doch bedauern, daß sich das Schrifttum zu zersplittern begann. So geriet nicht nur die als selbstverständlich geltende Übung, im traditionellen „Neuen Jahrbuch“ zu publizieren, mindestens kurze oder vorläufige Mitteilungen hier zu bringen, schnell in Vergessenheit, sondern es brachte die Zersplitterung auch mit sich, daß das Ausland sich immer weniger verpflichtet fühlte, das deutsche Schrifttum zu verfolgen — was wir ihm noch nicht einmal übelnehmen können.

Als Markstein wollen wir auch die unvergessene Exkursion der DMG 1925 in die Schweizer Alpen nennen, geführt von dem damals noch unverbrauchten und nicht so doktrinär gewordenen P. NIGGLI und L. WEBER.

Erwähnt sei noch, daß in jener Zeit die Anwendung der Pulverdiagramme zu diagnostischen Zwecken größere Bedeutung gewann. Manche Neuheiten wurden so erkannt, Verwandtschaften bestätigt und viele „Mineralspezies“ gestrichen. Daß gerade beim letzten recht oft zuviel getan wurde, nur nebenbei! — Während bis dahin in Amerika röntgenographisch, wenigstens von Mineralogen, sehr wenig gearbeitet worden war, setzte jetzt schlagartig dieses Arbeiten, besonders mit Untersuchungen von RAMSDELL über Sulfide, ein, um bis heute nicht abzubrechen. Methodisch sind eine Art Integrationstisch — heute ja besonders mit dem Namen SHAND verknüpft — von HUNT und das Buch von BEREK über Drehtischmethoden erwähnenswert.

Die Jahre 1926—1929 sind gekennzeichnet durch große Regsamkeit, besonders in den USA. Namen wie BUERGER, GRUNER, LARSEN, erstmalig auch GORANSON treten auf, auch KERR und der viele Jahrzehnte unermüdliche PALACHE. In Europa bestimmt diese Zeit das Erscheinen der „Geochemischen Verteilungsgesetze“ von V. M. GOLDSCHMIDT und die Arbeiten von NIGGLI und von SCHNEIDERHÖHN über genetische Systematik der Erzlagerstätten. Dagegen reißen die Arbeiten über 2- und 3-Stoffsysteme ziemlich abrupt ab, abgesehen von den keramisch wichtigen Systemen. GOSSNER

und seine Schule erarbeiten eine große Anzahl von Strukturen wenigstens in den Hauptzügen. Besonders hervorleuchtend und für Kristallographie wie systematische Mineralogie gleich bedeutsam ist es, daß MACHATSCHKI 1928 in den (SiO_4) -Tetraedern das Grundbauprinzip der Silikate erkannte. Die systematisch wichtigen Gruppen der Insel-, Ketten- und Gerüst-Verknüpfungen werden schon ausgezeichnet herausgeschält.

Arbeiten über Temperaturen der Magmen und der Anatexis erscheinen in größerer Zahl, besonders verknüpft mit den Namen LARSEN und BARTH. Erstmals wird mit den oben erwähnten Überschätzungen gründlich aufgeräumt — wobei allerdings BARTH und seine Schüler wohl zum Teil über das Ziel hinausschießen.

Einen Teilersatz für die „physikalisch-chemische Petrographie“ von BOEKE bzw. BOEKE-EITEL stellt das Buch von EITEL „Die physikalische Chemie der Silikate“ dar — ein Werk, das nur durch eine englische Neubearbeitung desselben Verfassers überholt ist.

Die Jahre 1929—1934 stehen im Zeichen besonders der Bearbeitung der Struktur vieler Silikate, wobei Namen wie MACHATSCHKI, SCHIEBOLD, BRAGG, ITO herausragen. BEREK beschreibt seinen elliptischen Kompensator. Viele interessante Arbeiten enthalten die „Festschriften für 70. Geburtstage“, die sich 1928—1931 sehr häuften, besonders die von O. MÜGGE und G. LINCK, aber auch von F. RINNE, G. KLEMM, R. BRAUNS, F. BECKE u. a.

1929 war der große unvergeßliche internationale Geologenkongreß in Südafrika, der dem Mineralogen, Petrographen und Lagerstättenkundler enorm viel brachte. Gerade in Deutschland, aber auch anderswo erscheint im Anschluß an ihn — davor, gleichzeitig, danach — eine große Anzahl von Arbeiten, die keineswegs etwa nur regional geographisches Interesse haben. Ich nenne da Namen: SCHNEIDERHÖHN, WAGNER, SPENCER, unbescheidenerweise auch mich selbst, BATEMANN, SAMPSON, in Rußland MUSKETTOFF, in Japan KATO.

Auf dem Gebiet der Tone und über Sedimente überhaupt wird rüstig gearbeitet, in Amerika wie in Deutschland. Ich erwähne die Schulen von CORRENS und von KERR, auch die Kaolinsynthese von NOLL. Im Institut von GOSSNER werden erstmalig die Strukturbeziehungen von Silikaten und Phosphaten herausgestellt.

Bemerkenswert ist übrigens, wie im Zeitraum 1930—1934 qualitativ und (fürs Centralblatt) auch quantitativ das deutsche Neue Jahrbuch vom American Mineralogist überrundet wird. Z. T. hat das innere, z. B. finanzielle Gründe, z. T. aber liegt es im Abwandern in andere deutsche und ausländische Zeitschriften, z. T. darin, daß das Ausland kaum mehr Beiträge nach Deutschland schickt — ein Produkt ebensosehr antideutscher Propaganda wie ungeschickter Politik auf deutscher Seite, soweit man die Politik dieser Zeit überhaupt Politik nennen will. Daß mancher aussichtsreiche junge Gelehrte damals mehr im „Schulungslager“ usw. als am Mikroskop zu sitzen hatte — das nebenbei.

Grenzgebiete der Petrographie und Mineralogie und auch Lagerstättenkunde sind die Pegmatite. Über sie wird gerade seit jener Zeit umfassend gearbeitet. Ein großes mehrbändiges Werk verdanken wir FERSMAN (übersetzt durch THOREAU), kleinere Arbeiten ihm, GOLDSCHMIDT, BJÖRLIKE,

in Rußland VLASOV und in Amerika LANDES. Es muß hinzugefügt werden, daß der ganz große Fortschritt in der Kenntnis dieser Gesteine und ihrer Paragenesen auf die Zeit des letzten Krieges zurückgeht, wo in aller Welt sicher 50mal soviel Pegmatite untersucht und beschrieben sein sollen, wie in der ganzen Zeit zuvor!

Die — theoretisch im Grunde einfache und lange bekannte — Altersbestimmung aus dem radioaktiven Zerfall wird kritisch untersucht (LANE) und festgestellt, daß sie eine ganze Anzahl von Fehlerquellen hat, an die man nicht dachte — etwas was sich in bezug auf andere Fehler in der neuesten Entwicklung wiederholt.

Die Strukturen der wichtigsten, auch der komplizierteren Mineralien werden besonders in Amerika bestimmt: BUERGER (Arsen kies, Markasit, Cubanit), GRUNER (Vermiculit, Glaukonit, Nontronit), KSANDA (Dickit, Kaolinit), um nur einige zu nennen.

In Deutschland löst MACHATSCHKI weitgehend die Rätsel der Hauynformel. Vater und bald auch Sohn WINCHELL versuchen in erfolgreicher Methodik die Eigenschaften von Mischkristallreihen diagrammatisch darzustellen.

1935—1939. Ein Skandinavier, MALMQUIST, hat erstmalig sehr schöne Erfolge mit Anwendung infraroten Lichtes (gar nicht weit unterhalb der Sichtbarkeitsgrenze) auf einige Opakerze. Sie führen weiter und haben in kurz vergangener Zeit an anderer Stelle bekanntlich höchst bemerkenswerte Resultate gehabt (z. B. Molybdänglanz $n_o = 4,33$, $n_e = 2,0!$).

GRIGORIEFF in Leningrad gelingt die Synthese von Glimmer und Amphibol (eine frühere in Deutschland — LÜDKE — wurde nie publiziert). Diese Arbeit hätte erheblich mehr ausgebeutet werden können, insofern als bei den Versuchen mehrfach sich zeigte, daß bei Fluorgehalten von nur 4% schon nicht mehr mischbare Silikatschmelzen auftraten, ein Befund, der für Lagerstättenkunde wie Petrographie sehr bedeutsam ist. Ganz Ähnliches erbrachte fast gleichzeitig (immerhin etwas später) die Schmelzung von Danburit durch INGERSON und MOREY! — BEREK arbeitete weiter in seinen halb theoretischen, halb praktischen Untersuchungen über die Optik anisotroper Kristalle im Auflicht, speziell über „Anisotropieeffekte“. Er zeigte, daß ein ganzer Stapel von älteren Arbeiten und Literaturdaten gegenstandslos ist, einfach weil mit schlecht gekreuzten Nicols gearbeitet worden war.

Die Polaroidfilter werden — unter verschiedenen Namen — in Europa und Amerika mehr und mehr an Stelle der Nicols eingeführt. Sie alle wissen, daß in ihrer weiteren Verbesserung sich jetzt die Mikroskope mit ganz kurzem Tubus überall entwickeln konnten. Im Rahmen dieser Entwicklung sei der Namen BERNAUER und HALLIMOND gedacht.

Die Namengebung der Mineralien, eine seit 150 Jahren bekannte Crux unseres Faches, wurde zu bereinigen versucht. Außer gewissen Anfängen in den USA, die aber gerade in ihren Vorschlägen keineswegs immer glücklich und konsequent waren, ist es beim guten Willen geblieben. Wenn vorgeschlagen wird: Kyanite aber Euclas, Hematite aber Hetairolite, Orthoclas aber Phenakite, Sphene — was ja nur eine irreführende Trachtbezeichnung war — statt Titanite, dann darf man sich nicht wundern, wenn nicht alle mittun!

Ich nenne einige Namen, die mit wichtigen Arbeiten in dieser Zeit verknüpft waren, ohne die Arbeiten selbst anzuführen: BANNISTER, CHUDOBA, CORRENS, FLEISCHER, HENDRICKS, HURLBUT, McDONNELL, PALACHE, PEACOCK, SPANGENBERG, STRUNZ.

Das Silikoseproblem wurde von vielen Seiten, besonders aber von BEGER in Angriff genommen.

In diesem Zeitabschnitt (z. T. auch kurz danach) sterben BRAUNS, BRÖGGER, LINDGREN und TAMMANN, jeder Name für sich ein Programm und für die Zeit ihrer größten Wirksamkeit einen Höhepunkt darstellend.

Damit sind wir am Beginn des zweiten Weltkrieges angelangt. Wir wollen nicht diskutieren, was er in unserer Wissenschaft geschadet hat, indem in sinnloser Weise alle Auslandsbeziehungen abgeschnitten wurden, oder auch manchen Problemen Auftrieb gab (Quarzsynthese, Pegmatite) — wir wollen überhaupt unsere Betrachtungen abschließen! Erstens ist auch für die jüngeren von uns das, was in den letzten 15—18 Jahren gearbeitet wurde, noch in frischer Erinnerung, zweitens ist es für einen Referenten mißlich, wenn er über neue Dinge Werturteile („wichtig“ — „unwichtig“) notgedrungen fällen muß. Dazu muß eine Sache abgelagert, „an ihren Früchten erkennbar“ sein!

Jedenfalls, wenn ich zurücksehe — ich bin ein begeisterter Mineraloge und hoffe, daß sich in den kommenden 50 Jahren unsere schöne Wissenschaft, die unerschöpfliche Probleme enthält, sich so rüstig und erfolgreich weiterentwickeln möge, wie in den 50 Jahren, in denen ich selbst mitarbeiten konnte, und daß sie vor allem das bleibt, was sie ursprünglich war — der Teil der Naturkunde, der als Ziel die Erkennung des stofflichen Aufbaus unseres Erdkörpers hat.

ENTWICKLUNG DER PETROGRAPHISCHEN WISSENSCHAFT WÄHREND DER LETZTEN 50 JAHRE IN DEUTSCHLAND UND IN DER WELT

Von

E. TRÖGER, Freiburg i. Br.

Als Abschluß des Rechenschaftsberichts der gesamten Mineralogie während der letzten 50 Jahre soll nun die Petrographie zu Worte kommen. Vergegenwärtigen wir uns den Zustand dieses Sektors kurz nach der Jahrhundertwende, so müssen wir feststellen, daß der größte Teil der Fragen, die die Petrographen gegen Ende des vorigen Jahrhunderts beschäftigten, weitgehend gelöst schien. Vor allem schien als Grundlage gesichert, daß man die Welt der Gesteine ohne Schwierigkeiten restlos auf die drei Gruppen der Magmatite, der Sedimente und der Metamorphite aufteilen könne. In der Kenntnis der Optik der gesteinsbildenden Minerale, die zur genauen Bestimmung der Gesteinszusammensetzung ja notwendig ist, war man ebenfalls zu einem gewissen Abschluß gekommen: Die vorhandenen Daten genügten, um die gesteinsbildenden Minerale unter dem Mikroskop zu diagnostizieren. Schließlich war auch auf dem Gebiet der Petrochemie ein großer Fortschritt zu verzeichnen: Während man noch in den letzten Dezennien des vergangenen Jahrhunderts sich darauf beschränkte, die chemische Gesteinsanalyse fast kommentarlos an die mikroskopische Beschreibung eines Gesteins anzuschließen, hatte man seit der Jahrhundertwende gleich zwei Verfahren an der Hand, mit denen es möglich war, die dürren Zahlen der chemischen Gewichtsprozente in wesentlich anschaulichere Begriffe umzurechnen, die sich mit dem mikroskopisch sichtbaren Befund vergleichen ließen. Es war dies einerseits im deutschen Sprachbereich das Verfahren von OSANN, andererseits im englisch-amerikanischen Bereich das CIPW-System.

Auf dieser Plattform bauen nun die Forschungsarbeiten der folgenden Jahrzehnte organisch weiter. Wir wollen die Erfolge der einzelnen Teilrichtungen hier einmal näher beleuchten. Beginnen wir mit den gesteinsbildenden Mineralen. Die Neubelebung ging von der Tatsache aus, daß die Gesteinskomponenten im allgemeinen nicht eine konstante chemische Zusammensetzung haben (der Quarz allein macht da eine rühmliche Ausnahme), sondern daß sie eine kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Mischungsreihe darstellen. Für diese Reihen wurde nun in oft mühevoller Kleinarbeit der Zusammenhang zwischen Chemismus und Optik aufgedeckt. Dies konnte geschehen entweder durch kritische Zusammenstellung der in der Literatur verstreuten Angaben oder durch Anfertigung neuer Mineralanalysen unter gleichzeitiger Bestimmung ihrer optischen Konstanten. Der größte Teil der Autoren, die solche optisch-chemischen Variationsdiagramme geschaffen haben, sind Amerikaner. Aus neuerer Zeit wären hier HESS und KENNEDY hervorzuheben, besonders aber A. N. WINCHELL, der in den verschiedenen

Auflagen seiner „Elements of optical Mineralogy“ immer wieder neue Diagramme dieser Art zusammenstellte. Auch die „Tabellen zur optischen Mineralbestimmung“ von TRÖGER bringen eine Anzahl neuer Diagramme.

Ein wichtiges Teilkapitel bei der optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale stellen die Feldspäte dar. Anstelle der zeitraubenden und oft nicht ganz eindeutigen Verfahren, wie sie die Wiener Schule unter BECKE entwickelt hatte, traten die Methoden des Universaldrehtisches, nachdem gegen Ende der zwanziger Jahre die Firma LEITZ eine brauchbare Apparatur entwickelt hatte. Mit dieser Methodik haben sich ganz wesentlich deutsche Forscher beschäftigt; ich nenne hier BEREK, REINHARD, RITTMANN, SCHUMANN. Der petrographischen Systematik wurde hiermit ein ganz wesentliches Hilfsmittel zur Verfügung gestellt.

Im Gegensatz zu den großen Fortschritten, die unsere Kenntnisse auf dem Gebiet der Mineraloptik im letzten halben Jahrhundert gemacht haben, ist der Gewinn auf dem Gebiete der systematischen Petrographie nur als relativ gering zu bewerten. Die große Autorität, die sich ROSENBUSCH auf diesem Gebiete erworben hatte, wirkte noch viele Jahre nach seinem Tode (1914) weiter. Weder die Neubearbeitung seiner „Elemente der Gesteinslehre“ durch OSANN (1923), noch die Lehrbücher von REINISCH (1920) und RINNE (1928), um nur einige Werke aus dieser Zeit zu nennen, brachten wesentliche neue Gesichtspunkte. Bezeichnenderweise ist es ein Amerikaner, JOHANSEN, der als erster dieses Tabu durchbrach, indem er im Jahre 1917 wenigstens das System der Eruptivgesteine auf eine quantitative Grundlage stellte. Sein vierbändiges Werk aus den Jahren 1931–1938 stellt noch heute auf diesem Gebiet die unbestrittene Grundlage dar, die nur geringe Abänderungen durch die Vorschläge von NIGGLI (1931) und TRÖGER (1938) erhalten hat. Trotzdem befriedigt dieses logisch durchdachte System in der Praxis noch nicht so recht. Nach meiner Meinung sollte eine petrographische Klassifikation allein auf solche Daten aufgebaut sein, die stets reproduzierbar und gleichzeitig ohne große Kosten und ohne großen Zeitaufwand zu gewinnen sind, also im wesentlichen auf den qualitativen und quantitativen Mineralbestand, auf die Korngröße und auf die Struktur. Alle anderen petrographischen Beobachtungen sollten aus praktischen Gründen ausgeschlossen bleiben. Da wäre einmal die chemische Analyse, weil ihre Daten nicht an jedem Stück sofort verfügbar sind, und andererseits alle diejenigen Begriffe, die einer subjektiven oder der Zeitströmung unterliegenden Deutung unterworfen sind, wie z. B. die Sippentendenz, der Differentiationsverlauf, das Alter oder die geologische Form. Diese Beschränkungen, die vielleicht im ersten Moment als rationalistisch und wissenschaftsfeindlich erscheinen mögen, dürften allein imstande sein, den heutigen Wirrwarr in der Eruptivgesteins-Nomenklatur einzudämmen.

Auf dem Gebiete der Sedimentpetrographie sind wesentliche Fortschritte nur in zweierlei Hinsicht zu verzeichnen. Da ist einmal die Einführung von Maß und Zahl auf dem Gebiete der Korngröße und Kornverteilung bei den mechanischen Sedimenten zu erwähnen, andererseits die Einführung röntgenographischer Methoden bei der Untersuchung der Feinsedimente. An den hier errungenen Erfolgen haben deutsche Petrographen einen großen Anteil gehabt, ich erinnere nur an die Tätigkeit des Göttinger

Sedimentpetrographischen Institutes unter CORRENS. Die Forschung wurde wesentlich dadurch erleichtert, daß wichtige Industriezweige, wie das Erdöl und die Keramik, an diesen Ergebnissen stärkstens interessiert waren und sich deshalb auch bereit zeigten, sie in eigenen Speziallaboratorien zu fördern.

Den relativ stärksten Zuwachs an Erkenntnissen haben wir auf dem Sektor der metamorphen Gesteine zu verzeichnen. Am Beginn unseres Berichtszeitraumes steht die in sich geschlossene Klassifikation von GRUBENMANN aus dem Jahre 1907. Als Hauptprinzip der Einteilung wird die chemische Zusammensetzung der Gesteine in der quantitativen Form der OSANN-Werte benützt, an zweiter Stelle steht das genetische Prinzip in Form der Zoneneinteilung nach BECKE. Die Dreiteilung in die Epi-, die Meso- und die Katazone der regionalmetamorphen Gesteinsumprägung benützt die Tatsache, daß ein großer Teil der gesteinsbildenden Minerale im metamorphen Variationsbereich der Druck-Temperatur-Verhältnisse nach einer oder sogar nach mehreren Seiten hin die Grenzen der Stabilität erreicht. Die Praxis hat leider erwiesen, daß diese in ihren Grundlagen so einfach erscheinende Einteilung bei ihrer Anwendung auf spezielle Fälle oft zu mehrdeutigen Ergebnissen führen kann. Die Gründe hierfür zu diskutieren würde zu weit führen: die metastabile Persistenz vieler Schieferminerale sowie die komplizierte Überlagerung der drei Faktoren Temperatur, Stress, und hydrostatischer Druck im Gebirge sind mit die wesentlichsten. Außerdem wurde eine gewisse Verwirrung dadurch geschaffen, daß man das BECKESche System vielfach als eine Gliederung nach Tiefenzonen aufgefaßt hat, was es ja weder sein soll noch kann.

Den naheliegenden Schritt, die unsicheren Faktoren ganz auszuschalten und das System der Metamorphite allein auf charakteristische Mineralbestände und -gefüge aufzubauen, tat ESKOLA mit der Aufstellung seiner Mineralfazies. Diese sind am geeigneten Substrat zwar leicht und eindeutig definierbar, aber für viele Gesteinstypen bedürfen sie wiederum einer Verbindung, die ihnen im wesentlichen nur durch die Prinzipien des BECKESchen Systems gegeben werden kann. Eine Synthese der beiden in großem Rahmen steht vorläufig noch aus.

Auch die Erfolge der modernen Gefügekunde sollen hier näher beleuchtet werden. Die wichtigsten Begriffe der Struktur und Textur sind mit allen Einzelheiten schon in der Zeit der klassischen Petrographie entwickelt worden; ihre Bedeutung für die Klärung der relativen Altersverhältnisse sowie für die bei der Bewegung herrschenden Stress- bzw. Bewegungsverhältnisse wurde damals schon richtig erkannt. Weit über das hinausgehend, was man bei orthokopischer Beobachtung am Handstück oder unter dem Mikroskop erkennen kann, hat der richtende Druck in den meisten Gesteinen nun aber auch die innere Orientierung der einzelnen Mineralkörner im Gestein geregelt. Es ist das unschätzbare Verdienst von W. SCHMIDT und von B. SANDER, daß sie die Methoden der Gefügestatistik in unermüdlicher Kleinarbeit aufgestellt und ausgebaut haben. Die Nutznießer der Methodik sind nicht nur die tektonisch interessierten Geologen, die im Gegenteil sogar erstaunlicherweise anfangs oft eine deutliche Abneigung gegen dieses exakte Verfahren gezeigt haben, sondern ebenso die Petrographen.

Das letzte hier noch vorzuführen Teilgebiet der Petrographie ist die Petrochemie. Über drei Punkte des Fortschritts ist einzeln zu berichten: Die Umrechnung und graphische Darstellung von Gesteinsanalysen, die daraus gewonnenen neueren Anschauungen über Blutsverwandtschaft der Magmen, sowie drittens die umwälzenden Erkenntnisse über die physiko-chemischen Gleichgewichte der gesteinsbildenden Minerale.

Die beiden schon erwähnten um die Jahrhundertwende entstandenen Umrechnungs-Verfahren für chemische Gesteinsanalysen waren ohne Zweifel beide ein großer Fortschritt gegen früher. Im gleichen Maße wie sich aber mit ihrer Hilfe die petrochemischen Erkenntnisse steigerten, zeigten sich auch ihre schwachen Seiten. Das CIPW-System, das von seinen vier Vätern als Methode zur Kennzeichnung des Gesteins-Chemismus wie auch gleichzeitig als petrographisches System mit einer eigenen Nomenklatur geplant war, ist heute sogar in seinem Heimatland, den USA, zum bloßen Analysenkatalog herabgesunken. Sein unschätzbarer historischer Wert liegt aber darin, daß es eben durch die Berechnung einer Mineralnorm die Petrographen allgemein dazu erzogen hat, sich um die quantitativen Verhältnisse der Minerale, den Modus, zu kümmern; ohne die Vorarbeit von CIPW wäre der heutige Stand einer quantitativen Systematik längst nicht erreicht.

OSANNS System, das auf der magmatischen Kerntheorie ROSEBUSCHS aufbaut, verzichtet bei der graphischen Darstellung im Konzentrationsdreieck auf die direkte Sichtbarmachung der Gehalte an SiO_2 und CaO . Es ist das Verdienst von Paul NIGGLI, dem Kalzium zu seinem Rechte als vierte selbständige Komponente verholfen zu haben. Der Übergang vom Konzentrationsdreieck zum Tetraeder war allerdings ein Mißerfolg, da die gegenseitigen Beziehungen der Analysen nun nur an einem Raummodell auf dem Katheder, nicht aber bei der Darstellung auf dem Papier wirklich überschaubar sind. Einen nicht vorausgesehenen Erfolg brachte dagegen die Darstellung der NIGGLI-Werte als Variationsdiagramm, mit dem Kieselsäurewert als Abszisse und den Metalloxydwerten als Ordinaten. Diese Darstellungsweise war an sich nicht neu: sie wurde schon vorher mehrfach mit chemischen Gewichtsprozenten oder auch mit Molekularprozenten ausgeführt; aber erst die konsequente Anwendung durch NIGGLI und seine Schüler schuf eine ganz neue Betrachtungsweise in der Petrochemie; sie förderte die Sippenlehre der Magmen, die auf unsere Anschauungen von der Kristallisations-Differentiation eine Zeitlang einen maßgebenden Einfluß ausgeübt hat. Man mag sich darüber heute streiten, ob es richtiger ist, die Summe der Kationen oder, wie es BARTH vorschlug, die Gesamtmenge des Sauerstoffes als Bezugsgröße zu verwenden, die Tatsache bleibt bestehen, daß der NIGGLIsche Vorschlag auch heute noch eine recht brauchbare Möglichkeit darstellt, Differentiationsverläufe chemisch zu verfolgen.

Die magmatische Sippenlehre selbst, die gerade zum Beginn unseres Berichtsabschnittes Gegenstand vieler Untersuchungen und Diskussionen war, hat sich nach vielversprechenden Anfängen in den letzten Jahrzehnten nicht wesentlich weiterentwickeln können. Es liegt dies nicht daran, daß ihr keine wissenschaftlichen Fakten zugrunde liegen, als vielmehr wohl daran, daß man an ihre Problematik oft mit unzureichenden Mitteln und außerdem meist mit der vorgefaßten Fragestellung des einseitigen Magmatisten

herangegangen ist. Es fällt schwer, eine Prognose für die zukünftige Entwicklung der magmatischen Sippenforschung zu stellen.

Als den dritten Teil der Petrochemie möchte ich hier die physikalisch-chemische Arbeitsrichtung erwähnen, deren Ergebnisse auf dem Gebiete der Mineralgleichgewichte gerade in der Berichtszeit von eminenter Bedeutung für unsere petrographischen Anschauungen geworden sind. Ausgehend von den Grundlagen eines BACKHUYS-ROOZEBOOM und VAN'T HOFF haben hier eine große Anzahl von Mineralogen und Petrographen eine Unzahl von neuen Tatsachen erarbeitet, deren Auswirkung auf die Petrographie noch längst nicht abgeschlossen ist. Man hat vielfach den Wert der Phasengleichgewichts-Untersuchungen für die Petrographie angezweifelt, weil sich herausstellte, daß sich unter natürlichen Bedingungen andere Gleichgewichte einstellten, als man voraussagen zu können glaubte. Die falsche Anwendung einer Erkenntnis bedeutet aber noch längst nicht, daß diese Erkenntnis selbst falsch sein muß. Bei der Klärung der petrographischen Prozesse bleibt uns einfach nichts anderes übrig, als zuerst die Gleichgewichtsbeziehungen unter einfachsten Bedingungen zu bestimmen, um dann erst diejenigen Faktoren zu ermitteln, die dazu führen, daß sich das Gleichgewicht unter natürlichen Bedingungen oft nicht einstellt.

Den größten Anteil an der Forschung auf diesem Gebiete haben unbestritten die Amerikaner unter der Führung von BOWEN, der fast ein halbes Jahrhundert lang am Geophysical Laboratory der Carnegie Institution in Washington an der experimentellen Erforschung der Gleichgewichte petrographisch wichtiger Systeme gearbeitet hat und der an diesem Institut eine ganze Generation von erfolgreichen Mitarbeitern erzogen hat. Sein Buch aus dem Jahre 1928 „*The evolution of the igneous rocks*“ bietet auch heute noch die beste Gelegenheit, die fundamentale Bedeutung des physiko-chemischen Experiments für die Erforschung der magmatischen Differenzierungsprobleme zu erkennen. Der Wert der damaligen Experimente wird nur wenig dadurch vermindert, daß sie im wesentlichen an trockenen Systemen ausgeführt wurden, während doch in der Natur eingestandenermaßen die leichtflüchtigen Bestandteile eine richtunggebende Rolle spielen. Es ist das Verdienst von P. NIGGLI, auf diese Tatsache seit seiner ersten diesbezüglichen Untersuchung aus dem Jahre 1920 immer wieder mit Nachdruck hingewiesen zu haben.

Ein eng begrenztes Teilgebiet, auf dem die Methodik der physikalischen Chemie schon frühzeitig große Erfolge zeitigen konnte, ist die Salzpetrographie. Hier hat sich RINNE, auf den Arbeiten VAN'T HOFFS aufbauend, zusammen mit seinen Schülern große Verdienste erworben. Spätere Bearbeiter, so im deutschen Sektor LEONHARD, H. BORCHERT, KÜHN, haben seine Arbeit auf verschiedene Weise fortgesetzt, doch sind auch hier durchaus noch nicht alle Probleme geklärt.

Wir haben nun alle wichtigen Teilgebiete der Petrographie besprochen. Ich kann aber diesen Bericht über das vergangene halbe Jahrhundert nicht abschließen, ohne auf ein Phänomen einzugehen, das geeignet erschien, die Grundfesten der klassischen Petrographie an einigen wesentlichen Punkten zu erschüttern. Ich meine das Auftauchen von Spekulationen und Hypothesen in Gebieten, die man durch das Experiment und daraus gezogene logi-

sche Schlüsse allgemein als gesichert ansah. Blenden wir noch einmal zurück auf die Zeit um die Jahrhundertwende. Die Situation der damaligen Petrographie läßt sich vergleichen mit derjenigen eines bürgerlichen Haushaltes: Man hatte intensiv gearbeitet, hatte dabei Erfolg gehabt und konnte nun, auf sicheren Füßen stehend, getrost in die Zukunft blicken. Wir Nachfolger dieser Petrographen-Generation haben nun am Lehrgebäude unserer Wissenschaft wacker weitergearbeitet, haben es ausgebaut und ihm sogar einige neue Seiten abgewonnen; zu wesentlichen, umwälzenden Erkenntnissen ist es auf diese Weise aber nur selten gekommen. Nun wurde unsere Ruhe in den letzten zwei Jahrzehnten auf erregende Weise gestört. Die Anfänge sahen harmlos aus: sie gingen von einzelnen Beobachtungen im kristallinen Grundgebirge aus, die mit Hilfe der konventionellen Lehrmeinungen schwierig deutbar waren. Heute, also zwanzig bis dreißig Jahre später, scheint zwar die Gefahr einigermaßen gebannt, daß die um die Jahrhundertwende errungene einheitliche Meinung der Petrographen sich etwa in drei, ich möchte schon fast sagen „weltanschaulich“ unterschiedene Gruppen der Magmatisten, der Migmatisten und der Transformisten auflösen könnte, aber die Diskussion wurde doch zeitweilig in recht scharfer Form geführt. Als Zeitdokument empfiehlt sich die Lektüre von NIGGLIS recht sachlich geschriebenem Artikel über „Das Problem der Granitbildung“, der im Jahre 1942 in den „Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen“ erschienen ist.

Zwei Probleme stellen die Wurzeln für die neuerliche Uneinigkeit der Petrographen dar. Da ist zuerst einmal die Beobachtung SEDERHOLMS (1926) zu nennen, der für Gesteine im finnischen Grundgebirge den neuen Namen Migmatit prägte, weil sie ganz offenbar aus zwei grob gemischten Anteilen bestanden, einem älteren kristallinen Schieferanteil und einem jüngeren, der sich am besten als magmatische Intrusion granitischen Materials erklären ließ. WEGMANN hat im Jahre 1935 diese Definition der Migmatite erweitert, indem er neben magmatischer Intrusion auch noch die Möglichkeit zuließ, daß das „granitische Material“ aus dem Gneis heraus mobilisiert werden kann. Eine weitere Umdeutung erfuhr der Begriff durch SCHEUMANN im Jahre 1936: gemäß der auch von ihm mit Recht vertretenen Meinung, daß es gefährlich ist, wenn man Gesteinsdefinitionen auf Annahmen begründet, die nicht überall objektiv beweisbar sind, verzichtete er bei der Definition des Migmatites darauf, die Genese dieser „granitischen“ Anteile überhaupt festzulegen. Es ist im Rahmen dieses Berichtes unmöglich, die Weiterentwicklung des Migmatitproblems in extenso vorzuführen. Die Schwierigkeiten, die auftauchten, lagen nicht im Begriff des Migmatites selbst, sondern in seinem teilweisen Mißbrauch begründet. An den verschiedensten Orten wurden Gneistypen, die sich bisher mehr oder weniger gut als Produkte einer normalen Metamorphose erklären ließen, im Laufe der Zeit zu Recht oder zu Unrecht als Migmatite bezeichnet.

Nachdem es nun auf diese Weise plötzlich auf der Welt eine große Anzahl von Migmatitkomplexen gab, lag es nahe, in diesen überall das Phänomen der Mobilisation, des „Ausblutens“ granitähnlicher Schmelzen zu erblicken. Von hier war es nur ein kleiner Schritt bis zu der Behauptung, daß alle granitischen Magmen der Erde auf dem Wege der Palingenese und nicht

auch auf dem der komplexen gravitativen Kristallisations-Differentiation entstandenseien.

Ein weiterer, und zwar der am härtesten umkämpfte Streitpunkt gründet sich auf den Beobachtungen skandinavischer Geologen, daß sich die Genese einiger großer Grundgebirgskomplexe am besten dadurch erklären läßt, daß man von einem metamorphen Sedimentmaterial ausgeht, welches durch Stoffzufuhr von unten her metasomatisch zu einem granitartigen Stoffbestand ergänzt wurde. Da die Umstände zu beweisen schienen, daß die Stoffzufuhr bei relativ kühlen, sagen wir hydrothermalen Temperaturen vor sich gegangen sein mußte, entstand der Begriff der Granitisation, die schließlich von der extremen Gruppe der Transformisten als die alleinige Möglichkeit der Entstehung aller granitischen Gesteine angesehen wurde. An prägnanten Namen von Petrographen, die den Begriff der Granitisation entwickelt haben, seien hier genannt: BACKLUND, PERRIN, ROUBAULT, REYNOLDS, HOLMES, WEGMANN.

Eine Diskussion über das Für und Wider der einzelnen Auffassungen ist im vorliegenden Rahmen ausgeschlossen. Jede von ihnen hat die petrographische Forschung angetrieben, indem sie dazu anspornte, Spekulationen und Hypothesen durch die Gewinnung von Tatsachenmaterial zu erhärten oder zu widerlegen. Umfassende und gründliche mikroskopische Untersuchungen, wie sie von SCHEUMANN am Kristallin Sachsens oder von DRESCHER-KADEN allgemein an Quarz-Feldspat-Reaktionsgefügen durchgeführt worden sind (um nur zwei deutsche Vertreter hier zu nennen), haben die anfängliche Verwirrung bis heute schon weitgehend geklärt: Wir können abschließend feststellen, daß nach dem alten Sprichwort „Viele Wege führen nach Rom“ wohl jede der neuen Theorien an irgendeinem Ort der Erdoberfläche zu vollem Rechte bestehen mag; wir sollten uns aber davor hüten, eine solche Theorie, wenn sie an einem Orte als bewiesen erscheint, nun in allen anderen Fällen kritiklos als den „Stein der Weisen“ anwenden zu wollen.

Der größte Gewinn, den wir alle aus dem Streit der beiden letzten Jahrzehnte ziehen können, liegt nach meinem Empfinden aber nicht so sehr in den neugewonnenen petrographischen Erkenntnissen selbst, sondern in einer Neubestätigung der alten Erfahrung, daß auch das bestfundierte wissenschaftliche Lehrgebäude nicht dagegen gefeit ist, zu irgendeiner Zeit durch neue Erkenntnisse modifiziert zu werden.

Abhandlungen über Petrographie in den „Fortschr. d. Mineralogie“ (1908—1958)

Eruptiva

- MILCH 1913 14: Die Systematik d. Eruptivgest., 4, S. 189—227, 175—250.
 ERDMANNSDÖRFFER 1916: Üb. Einschl. u. Resorptionsvorg. i. Eruptivgest., 6, S. 173 bis 209.
 SCHEUMANN 1925 u. 1929: Ausländ. Systematik, Klass. u. Nomenkl., 10, S. 187—310, 235—311.
 MILCH 1927: Der Pluton d. Riesengebirges, 12, S. 229—252.
 TRÖGER 1935: Spez. Petrographie d. Eruptivgest. (Komp. d.), 360 S.
 — 1939: Eruptivgesteinsnamen, 23, S. 41—90.

Sedimente

- WETZEL 1923: Sedimentpetrographie, 8, S. 101—198.
 CORRENS 1925: D. petrogr. wicht. Methoden d. Kolloidchemie, 10, S. 119—156.
 WATTENBERG 1936: Kohlensäure u. Ca-karbonat im Meere, 20, S. 168—195.
 SCHUMANN 1950: Beiträge z. Schwermineralanalytik, 27, S. 79—106.

Metamorphite

- BECKE 1911: Fortschr. a. d. Gebiete d. Metamorphose, 1, S. 221—256.
 GRUBENMANN 1913: Zur Klassif. d. metamorphen Gesteine, 3, S. 228—244.
 BECKE 1916: Fortschr. a. d. Gebiete d. Metamorphose, 5, S. 210—264.
 ESKOLA 1927: Petrogr. Charakteristik d. krist. Gest. v. Finnld., 11, S. 57—112.
 ERDMANNSDÖRFFER 1936: Neuere Arb. üb. Metamorphismus u. s. Grenzgeb., 20, 143 bis 167.
 KÖHLER & MARCHET 1941: D. moldanub. Gest. d. Waldviertels, 25, S. 253—266.

Struktur, Textur, Gefüge

- MILCH 1912: D. prim. Strukt. u. Text. d. Eruptivgest., 2, S. 163—207.
 GRUBENMANN 1912: Strukt. u. Text. d. metamorphen Gest., 2, S. 208—226.
 BECKE 1924: Struktur u. Klüftung, 9, S. 185—220.
 SANDER 1934: Fortschr. d. Gefügekunde d. Gest., 18, S. 111—169.
 JOCHMUS-STÖCKE 1940: D. Bedeutg. d. Stoffkonstanten natürl. Gest. für Bauwesen, Geologie u. Bergbau, 24, S. 65—128.
 PAULITSCH 1957: Fortschritte i. d. Gefügekunde, 35, S. 184—211.

Verwitterung

- LANG 1922: Die Verwitterung, 7, S. 175—244.

Geochemie

- HERLINGER 1927: Üb. d. neuere Entwickl. d. Geochemie, 12, S. 253—336.
 GOLDSCHMIDT 1933 u. 1935: Grundlagen d. quantit. Geochemie, 17, S. 112—156, 183—216.

Petrochemie

- STARK 1914: Petrographische Provinzen, 4, S. 251—336.

Physikal. Chemie d. Silikate

- EITEL 1925: D. experim. Hilfsmittel z. Mineralsynthese unter hohem Druck u. hohen Temperaturen, 10, S. 157—186.
 SEIFERT 1930: Geologische Thermometer, 14, S. 167—291.

Salzmetamorphose

- RINNE 1911: Salzpetrographie u. Metallographie im Dienste der Gesteinskunde, 1, S. 181—220.
 — 1920: Die geotherm. Metamorphosen u. d. Dislokationen d. deutschen Kalisalz-lagerstätten, 6, S. 101—136.
 GELLER 1930: D. Schmelzen von Salzen bei hohen Drucken und s. Bedeutg. f. d. Vor-gang d. Salzmetamorphose, 14, S. 143—166.

Gesteinsbildende Minerale

- SCHLOSSMACHER 1934—1941: Datensammlg. gesteinsbild. Minerale, 18—25, zus. 595 S.

Zur V.-M.-GOLDSCHMIDT-Preis-Stiftung

Wie vorstehende Vorträge gezeigt haben, kann die DMG mit einem gewissen Stolz auf den Beitrag zurückblicken, den Deutschland in vergangenen Zeiten zur Entwicklung unserer mineralogischen Wissenschaften geleistet hat. Aber auch die Leistungen anderer Länder waren sehr bedeutsam und sollten uns mahnen, am freundschaftlichen Wettstreit um zukünftige Erkenntnisse erfolgreich mitzuwirken.

Um solches Streben anzuerkennen und auch anzuspornen, wurden von der Industrie und Wirtschaft Mittel gespendet, die es für mehrere Jahre gestatten werden, jährlich einen Preis für besonders hervorragende wissenschaftliche Arbeit auszuteilen.

Der Industrie und Wirtschaft sei für diese großzügige Haltung herzlichst gedankt, zumal sich darin auch besonders sinnvoll der Wert unseres wissenschaftlichen Bemühens für die Bedürfnisse des praktischen Lebens ausdrückt. Der Gesellschaft besonderer Dank gilt unserem Schatzmeister, Herrn Dr. H. FREUND, für seine Bemühungen, Interesse für den Plan dieser Preis-Stiftung zu erwecken.

F. LAVES

Statut für den

V.-M.-GOLDSCHMIDT-Preis

der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft zur Auszeichnung besonderer wissenschaftlicher Leistungen

Gestiftet im Jahre 1958 aus Anlaß ihres 50jährigen Bestehens
und ermöglicht durch Spenden der nachfolgenden Firmen:

Badische Anilin- und Sodafabrik AG, Ludwigshafen (1958)*
Fr. Bergmann KG, Vertretung der Fa. E. Leitz, Berlin-Zehlendorf (1958)
Ernst Borchers, Vertreter der Fa. E. Leitz, Stuttgart (1958)
Brohlthal AG für Stein- und Ton-Industrie, Burgbrohl/Bez. Koblenz (1958)
Buderus'sche Eisenwerke, Wetzlar (1958)
DEGUSSA, Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt, Frankfurt (1958)
Deutsche Tafelglas AG, Fürth (1958)
Dyckerhoff Söhne AG, Wiesbaden-Biebrich (1958)
Farbenfabriken Bayer & Co., Leverkusen (1958)
Farbwerke Hoechst AG, Frankfurt a./M.-Höchst (1958)
Walter Freund, Wetzlar (1958)
Hessische Berg- und Hüttenwerke AG, Wetzlar (1958)
Jenaer Glaswerke Schott & Gen., Mainz (1958)
Ernst Leitz GmbH, Wetzlar (1958)
Ernst Leitz KG, Vertretung, Hamburg (1958)
Portland-Zementwerke Heidelberg, Heidelberg (1958)
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart (1958)
Steinkohlenbergbauverein, Essen (1958)
Karl Süß, Vertreter der Fa. E. Leitz, München (1958)
Carl Zeiss, Oberkochen (1958)

* Die in Klammern gesetzte Jahreszahl bedeutet das Spendenjahr.



W. Goldschmidt

- § 1. Aus der Stiftung wird jährlich auf der Hauptversammlung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft ein Preis in Höhe von DM 2000.— an solche Mitglieder der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft ausgeteilt, die sich durch besondere wissenschaftliche Leistungen ausgezeichnet haben. Ordentliche und außerordentliche Professoren und Personen in analogen Stellungen anderer Institutionen sind von einer Preisverteilung ausgeschlossen, da es sich um eine Anerkennung und Förderung des Nachwuchses handeln soll. Die Preishöhe und gegebenenfalls die Anzahl der Preise können durch Vorstandsbeschluß geändert werden. In besonderen Fällen kann als Ausnahme auch ein Nicht-Mitglied der DMG Preisträger sein. Eine solche Wahl bedarf der Zustimmung des Vorstandes.
- § 2. Die Auswahl der Preisempfänger erfolgt durch ein aus 5 Personen bestehendes Komitee, welches von der Mitgliederversammlung auf 2 Jahre gewählt wird. Über den Wahlmodus entscheidet die Mitgliederversammlung. Das Komitee trifft seine Entscheidung auf Grund von Vorschlägen aus dem Mitgliederkreis, welche dem Komitee zugestellt bzw. von ihm eingeholt worden sind.
- § 3. Prämiert werden Arbeiten aus dem Gebiet der Mineralogie im weitesten Sinne (Geochemie, Kristallographie, Lagerstättenkunde, Petrographie-Petrologie, Spezielle Mineralogie), welche dem Preiskomitee als wichtigste und besonders hervorragende Leistungen der vergangenen 5 Jahre erscheinen. Wenn dem Komitee die Anzahl gleichrangiger Kandidaten größer als die Anzahl der Preise erscheint, wird dem bzw. den jüngsten Kandidaten der Vorzug gegeben. Falls besonders hervorragende Leistungen nicht vorliegen bzw. nicht erkannt werden, kann die Preisverteilung unterbleiben.
- § 4. Preisverteilungen erfolgen bis zur Erschöpfung des Stiftungskapitals und der dieser Stiftung zukünftig noch zufließenden Spenden.
-

Zur Wahl des Preisträgers 1958

Da einerseits die vorstehenden Statuten erst auf der Tagung in Hamburg von der Mitgliederversammlung gutgeheißen werden mußten, und da es andererseits wünschenswert erschien, anlässlich der Jubiläumstagung bereits einen ersten Preisträger namhaft machen zu können, wurde durch briefliche Abstimmung unter den 5 Vorstandsmitgliedern, den 5 Beiratsmitgliedern und dem Tagungsleiter ein eventueller Preisanwärter dadurch ermittelt, daß er von neun in Betracht gezogenen Namen ein absolutes Stimmenmehr auf sich vereinigte. Nachdem auf einer außerordentlichen Mitgliederversammlung, die am 5. September noch vor der eigentlichen Tagungseröffnung stattfand, dieses außerordentliche Wahlverfahren ohne Namensnennung der Kandidaten sanktioniert worden war, konnte dann in der Eröffnungssitzung Herr Dr. ERWIN HELLNER als Preisträger des Jahres 1958 benannt werden.

Text der Preis-Urkunde

DIE DEUTSCHE MINERALOGISCHE GESELLSCHAFT

*hat auf ihrer 36. Jahrestagung in Hamburg den im
Jahre 1958 von Industrie und Wirtschaft gestifteten*

V.-M.-Goldschmidt-Preis

für das Jahr 1958

Herrn Dr. Erwin Hellner

*zuerkannt in Würdigung seiner Arbeiten über Struktur
und kristallchemische Beziehungen sulfidischer Mineral-
arten.*

Hamburg, den 5. September 1958

Der 1. Vorsitzende
gez. F. LAVES

WORTE DES ERSTEN PREISTRÄGERS
DR. ERWIN HELLNER
IM ANSCHLUSS AN DIE NOMINIERUNG*

Sehr geehrter Herr Vorsitzender, meine Damen und Herren!

Dem Vorstand der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft möchte ich aufrichtig für die ehrenvolle Auszeichnung danken. Der Schatzmeister unserer Gesellschaft, Herr Direktor Dr. HUGO FREUND, hat bei der Schaffung dieses Preises einen besonderen Anteil. Sowohl Herrn Dr. FREUND als auch der Firma LEITZ danke ich herzlichst für die Stiftung des diesjährigen Preises in Form eines wertvollen Polarisationsmikroskopes.

Die Arbeiten an komplex zusammengesetzten sulfidischen Erzen (Spießglanzen) begannen vor 5—6 Jahren mit Untersuchungen über Strukturbestimmungsmethoden, Intensitätsmessungen und Rechenmethoden. Die bisher von uns ermittelten Strukturen wurden mit Hilfe der Superpositionsmethode an Patterson-Synthesen bestimmt. Für die Messung der Intensitäten wurden Aufnahmen mit streng monochromatischer Röntgenstrahlung verwendet. Um die langwierigen Rechenzeiten für Fourier- und Patterson-Synthesen sowie Strukturaktoren abzukürzen, wurden eine Analog-Maschine für Strukturaktoren gebaut und seit 1956 die elektronischen IBM-Rechenmaschinen 650 und 704 eingesetzt.

Die Untersuchungen ergaben, daß sich die Strukturen komplex zusammengesetzter Spießglanze in einfacher Weise von der Struktur des Bleiglanzes ableiten lassen. Sind alle oktaedrischen Lücken, z. B. durch Pb, Ag, Sb usw., besetzt, so erhält man Strukturen mit deformiertem Bleiglanzgitter. Ist das Verhältnis Metall : Schwefel kleiner als 1, so zeigen die Strukturen große Bereiche mit Bleiglanz-Struktur, die auf Grund der Symmetriebedingungen gegeneinander versetzt sind. Die Bleiglanzbereiche werden kleiner, wenn das Verhältnis Metall : Schwefel kleiner wird.

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wurde ein strukturelles Einteilungsprinzip für alle sulfidischen Erze und darüber hinaus eine Nomenklatur für anorganische Strukturtypen vorgeschlagen. Die Strukturuntersuchungen erklären viele morphologische Eigenschaften (Habitus, Spaltbarkeit, Aufwachsungen usw.) und einige genetische Fragen (Verwachsungs- und Verdrängungsstrukturen u. a.). Hydrothermale Untersuchungen an Blei-Arsenspießglanzen sind begonnen.

* Vorstand und Beirat waren der Meinung, der Preisträger solle vertraulich vor der Tagung über seine Wahl informiert werden.

Ich möchte nicht schließen, ohne meinen ehemaligen und jetzigen Mitarbeitern, Herrn Dr. LEINWEBER, Frä. Dr. WEITZ, den Herren Dr. EULER, Dipl.-Phys. BORN und Dipl.-Mineral. RÖSCH zu danken. Herr Prof. WINKLER war stets ein hilfsbereiter und verständnisvoller Förderer dieser Untersuchungen. Ohne die Bereitstellung von Mitteln durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft wären die Untersuchungen in diesem Zeitraum nicht möglich gewesen. Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. LAVES, nicht nur als Lehrer, sondern auch als Mensch und Freund.

Zusammensetzung des Vorstandes und Beirates der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft

1. 1957/58

Vorstand:	Vorsitzender	Prof. Dr. F. LAVES, Zürich
	stellv. Vorsitzender	Prof. Dr. E. TRÖGER, Freiburg
	weiteres Vorstandsmitglied und Leiter der Sektion für Kristallkunde	Prof. Dr. H. JAGODZINSKI, Würzburg
	Schriftführer	Prof. Dr. F. ROST, Saarbrücken
	Schatzmeister	Dr. H. FREUND, Wetzlar
Beirat:	Schriftleiter	Prof. Dr. W. KLEBER, Berlin
		Prof. Dr. K. F. CHUDоба, Göttingen
		Prof. Dr. F. LEUTWEIN, Freiberg
		Prof. Dr. H. SCHUMANN, Dresden
		Prof. Dr. H. WINKLER, Marburg

2. 1958/59

Vorstand:	Vorsitzender	Prof. Dr. F. HEIDE, Jena
	stellv. Vorsitzender	Prof. Dr. F. LAVES, Zürich
	weiteres Vorstandsmitglied und Leiter der Sektion für Kristallkunde	Prof. Dr. H. JAGODZINSKI, Würzburg
	Schriftführer	Prof. Dr. F. ROST, Saarbrücken
	Schatzmeister	Dr. H. FREUND, Wetzlar
Beirat:	Schriftleiter	Prof. Dr. W. KLEBER, Berlin
		Prof. Dr. K. F. CHUDоба, Göttingen
		Prof. Dr. F. K. DRESCHER-KADEN, Hamburg
		Prof. Dr. F. LEUTWEIN, Bad Hersfeld
		Dr. F. TROJER, Radenthein

Fortschr. Miner.	37	1	49—101	Stuttgart, Juli 1959
------------------	----	---	--------	----------------------

Referate und Diskussionsbemerkungen

H. SAALFELD (Würzburg): Neues über die Noseanstruktur.

Der Nosean ist ein Glied der Sodalithgruppe und hat die Idealzusammensetzung $\text{Na}_8(\text{SO}_4)(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})$. Die erste Strukturbestimmung geht auf L. PAULING (1) zurück, der die Struktur des Sodaliths errechnete, wodurch auch das Bauprinzip des Noseans bekannt war. T. W. F. BARTH (2) und F. MACHATSCHKI (3) versuchten unabhängig voneinander die Noseanstruktur zu verbessern. BARTH forderte die Raumgruppe $T_d^1-P\bar{4}3m$ mit festen Positionen der SO_4 -Gruppe im Si,Al-Tetraedergerüst. MACHATSCHKI dagegen schlägt die Raumgruppe $T_d^1-P\bar{4}3n$ vor mit einer möglichen statistischen Verteilung der SO_4 -Gruppen über die Hohlräume des Tetraedergerüsts.

Im Zusammenhang mit anderen Fragestellungen trat bei der Reaktion von Kaolinit und Na-Wolframat bei 750°C eine Noseanverbindung der Zusammensetzung $\text{Na}_8(\text{WO}_4)(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})$ auf, die auf Grund der GUINIER-Aufnahmen die Raumgruppe T_d^1 haben muß. Dies war Veranlassung, den natürlichen Nosean erneut zu untersuchen. Es gab sich auch hier eindeutig die Raumgruppe T_d^1 , wie es BARTH gefordert hatte. Um die Frage nach der SO_4 -Gruppenverteilung zu klären, wurden zweidimensionale Fouriersynthesen parallel $[100]$ gerechnet. Ausgegangen wurde von den photometrisch vermessenen Reflexen ($hk0$) und einer Vorzeichenberechnung, die so ausgeführt wurde, daß SO_4 einmal in (000) und zum andern statistisch verteilt über (000) und $(1/2^1/2^1/2)$ angenommen wurde. In beiden Fällen ergaben sich keine nennenswerten Vorzeichenwechsel wichtiger Interferenzen. Die Elektronendichteverteilung ergab, daß der S der SO_4 -Gruppe nicht nur in (000) sitzt, sondern sich statistisch über (000) und $(1/2^1/2^1/2)$ verteilt. In diesem Punkt hat MACHATSCHKI recht behalten. Entsprechende Untersuchungen am synthetischen WO_4 -Nosean führten zum gleichen Ergebnis.

Schwenkaufnahmen zeigen eindimensionale Fehlordnung, deren Ursache noch nicht geklärt ist. Diese Fehlordnung, welche nur die natürlichen Kristalle zeigen, verschwindet beim Erhitzen auf 700°C .

Eine ausführliche Veröffentlichung dieser Untersuchung soll demnächst in den Monatsheften der Mineralogie erfolgen.

Literatur

- (1) PAULING, L.: Z. Krist., **74** (1930), 213—225.
- (2) BARTH, T. W. F.: Z. Krist., **83** (1932), 405—414 und Zbl. Miner. A (1933), 316—318.
- (3) MACHATSCHKI, F.: Zbl. Miner. A (1933), 145—150 und (1934), 136—143.

Diskussionsredner: ZEMANN.

H. G. F. WINKLER und H. V. PLATEN (Marburg): Sind koexistierende Feldspäte ein geologisches Thermometer?

Nach BARTH soll bei koexistierenden Feldspäten das Verhältnis Mol.-% Ab im Alkalifeldspat zu Mol.-% im Plagioklas eine im wesentlichen nur von der Bildungstemperatur der Feldspäte abhängige Konstante, d. h. ein geologisches Thermometer sein.

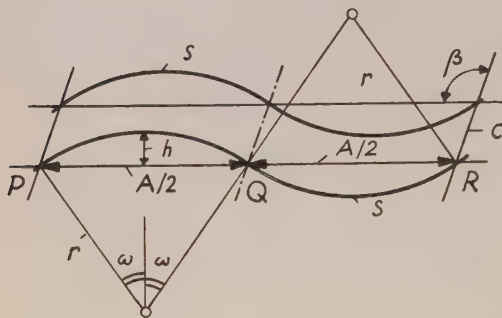
Bei der hydrothermalen Metamorphose von Gesteinen, die nur einen unterschiedlichen Na-Gehalt haben, ergaben sich koexistierende Feldspäte, bei denen das Verteilungsverhältnis der Ab-Komponente mit zunehmendem Na-Gehalt erheblich größer wird, während es bei gleichbleibendem Chemismus über einen Bereich von $50-70^\circ\text{C}$ jeweils unverändert bleibt. Daher können koexistierende Feldspäte nicht allgemein als geologisches Thermometer dienen.

Ausführliche Veröffentlichung in Geochim. et Cosmochim. Acta 1958, Bd. 15, 91—112.

Diskussionsredner: LAVES, HELLNER, ERHART.

G. KUNZE (Darmstadt): **Zur Bildung diskreter Überstrukturvarianten der antigoritischen Serpentine.** (Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle im Text.)

Bei der Analyse der gewellten Struktur des Antigorits (1) mit der Atomnetzfolge $O_3-Si_2-O_2OH-Mg_3-(OH)_3$ zeigte es sich, daß 17 (weniger Raum beanspruchende) Tetraeder mit $17-1=16$ (wegen der Krümmung mehr Raum beanspruchende) Oktaeder „harmonisch“ zu einer neuen (Über-)Struktureinheit mit der Überperiode $A=A_{17}=43,3 \text{ \AA}$ zusammentreten, wobei A als kristalline Periode zugleich die „Wellenlänge“ der Schichtwelle \sim mit 9 (aufwärts gerichteten) Tetraedern auf der linken (\frown) und 8 (abwärts gerichteten) Tetraedern auf der rechten Halbwelle (\smile) — bzw. umgekehrt — ist (schematische Darstellung in der beigegebenen Abbildung). Dieser Befund ließ die Vermutung aufkommen, daß auch andere Überperioden A_m mit m Tetraedern und $m-1$ Oktaedern — $m \neq 17$ — und der zugehörigen chemischen Strukturformel $S = S_m = m \cdot Mg_3(1-1/m)(OH)_{1+3(1-2/m)}Si_2O_5$ existieren (2)(1). Strukturell zeigte sich, daß bei den



Schematische Darstellung der gewellten Antigorit-Struktur (idealisiert und zur Kontrasterhöhung stark übertrieben, $\beta = 91,6^\circ$).

monoklinen Antigoriten (trikline sind bisher noch nicht beobachtet worden; strukturell aber zu erwarten) zwei Reihen, $m = 2n + 1$ und $m = 2n$, zu unterscheiden sind: An Stelle der bei ungekrümmten (also ebenen) Schichtsilikaten bekannten (pseudo-)hexagonalen sechsgliedrigen Tetraederringe der Si_2O_5 -Schicht, die ebenfalls auf den Halbwellen des Antigorits vorliegen, liegen im Falle $m = 2n + 1$ nur am mittleren Wendepunkt Q und im Falle $m = 2n$ sowohl bei Q als auch bei P und R vier- und achteckige Tetraederringe — andernfalls würde, z. B. von P ausgehend, im Abstand $A = A_m$,

d. h. bei R, noch keine Identität eintreten. In der Fähigkeit zur Bildung dieser verschiedenen Ringarten liegt eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Bildung der monoklinen Antigorite begründet. Nur unter dieser Bedingung läßt sich die Si_2O_5 -Schicht lückenlos von der einen Antigoritwelle in die nächste fortsetzen. Daß keine solche Lücken auftreten, ließ sich durch eine Fehlordnungsanalyse entscheiden (3). Analoges gilt für die brucit- $(Mg(OH)_2)$ -ähnliche Schicht, so daß das Zustandekommen der Schichtwellung mit „definierter“ Wellenlänge als das kooperative Ergebnis beider Schichten angesehen werden muß und nicht darauf beruht, daß hier — wie man es bei lückenhaften Si_2O_5 -Schichten annehmen könnte — eine bestimmte chemische Struktureinheit S_m (in Form von amphibolähnlichen, gekrümmten Bändern definierter Breite, die alternierend zusammentreten $\dots \frown \smile \frown \smile \dots$) abgeschlossen („aufgefüllt“) ist. Die Größe der Struktureinheit (gemessen mit der Zahl m) wird vielmehr durch die Physik der Krümmung bzw. Wellung bestimmt. Es war daher ein Zusammenhang zwischen dem Krümmungsradius r und der Überperiode A_m zu erwarten, was sich hier nur skizzieren läßt (4). r selbst ist gegeben durch die unterschiedlichen Gitterperioden der zusammentretenden Si_2O_5 - und brucitähnlichen Schicht und hängt in erster Linie von physikalischen Parametern wie Druck p , Temperatur T und chemischen Parametern q (isomorpher Ersatz von Mg durch Fe, Co, Ni, Mn, Al, ... oder Si durch Al, ...) ab: $r = r(p, T, q, \dots)$. Für eine vorkristalline Antigoritschicht liegt r also fest und ist in Abhängigkeit von p, T, q, \dots kontinuierlicher Werte fähig. Im Kristall jedoch, mit einem bestimmten A_m , kann r keine beliebigen Werte annehmen: zu jedem A_m gibt es ein bestimmtes r (mit einem begrenzten Schwankungsintervall). Die Auswahl der (kristallinen) Überperiode aus der Überperiodenfolge A_m wird bereits durch das vorkristalline r entschieden. Eine strukturelle Analyse ergab, daß das kristalline r mit dem vorkristallinen r nahezu gleich sein muß. Man erhält struktur-

geometrisch $r = 61,5 \text{ \AA}$ für $A_m = A_{17} = 43,3 \text{ \AA}$. Für den aus einer Fourier-Synthese gewonnenen mittleren Krümmungsradius des O_3 -Netzes der Tetraederbasistome ergab sich der nahe bei $61,5 \text{ \AA}$ liegende Wert $r = 64 \text{ \AA}$ — eine Abweichung, an der die Wechselwirkung zwischen zwei übereinanderliegenden Antigoritwellen maßgebend beteiligt ist. Anders als im zylindrischen Röllchen des Chrysotils mit konstantem Schichtabstand $c = 7,33 \text{ \AA}$ schwankt dieser zwischen den Antigoritwellen (radiale Blickrichtung). Als mittleres c findet man $c = 7,21 \text{ \AA} < \bar{c} = 7,27 \text{ \AA} < 7,33 \text{ \AA}$! Division von r durch c ergibt $61,5 : 7,21 = 8,5 = \frac{1}{2}(8 + 9) =$ halbe Anzahl von Tetraedern auf der Antigoritwelle! Dieser gesuchte Zusammenhang zwischen r und m übersetzt sich bei voller Verallgemeinerung auf eine Halbwelle mit n Tetraedern in die Beziehung

$$r \rightarrow r_n = n \cdot \bar{c}. \quad (1)$$

Für die halbe Überperiode folgt damit aus der Abbildung

$$\left(\frac{A}{2}\right)_n = 2 \sin \omega \cdot r = (2 \cdot \bar{c} \sin \omega) \cdot n, \quad (2)$$

für die Steighöhe h einer (kreiszyllindrisch gedachten) Halbwelle

$$h_n = \frac{A}{4} \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} \cdot \left(\frac{A}{2}\right)_n = \left(2 \bar{c} \sin^2 \frac{\omega}{2}\right) \cdot n, \quad (3)$$

für die Bogenlänge

$$s_n = 2 \omega \cdot r = (2 \omega \bar{c}) \cdot n. \quad (4)$$

Andererseits wird die Bogenlänge durch n Tetraederkantenlängen d gebildet

$$s_n = n \cdot d. \quad (5)$$

Mit (4) folgt dann

$$\omega = d/2\bar{c}. \quad (6)$$

Bilden die Überperioden

$$A_m = \left(\frac{A}{2}\right)_n + \left(\frac{A}{2}\right)_n \text{ bzw. } \left(\frac{A}{2}\right)_n + \left(\frac{A}{2}\right)_{n+1} = \frac{\sin \omega}{\omega} \cdot m \cdot d \text{ mit } m = 2n \text{ bzw. } 2n + 1 \quad (7)$$

eine diskrete Folge? Dies wäre der Fall, wenn d , \bar{c} und daher auch ω streng konstant wäre, und wenn ferner wegen (2) und (7) eine begrenzte Radienschwankung ohne Einfluß auf A_m bliebe. Da r mit wachsendem ω fällt und umgekehrt, ist (wegen $\omega \sim 10^\circ$) $\sin \omega \cdot r \sim \omega \cdot r \sim \text{const}$ und daher der letztere Einfluß gering. Eine genauere Abschätzung ergibt wegen $d \sim \text{const}$. $\delta A_m = m d \cdot \delta \left(\frac{\sin \omega}{\omega}\right) = -\frac{\omega}{3} \delta \omega$ mit $\delta \omega \sim \pm 1^\circ$

als adäquate obere Grenze der ω -Schwankung. Noch für große m (~ 17) bleibt daher die A_m -Schwankung δA_m kleiner als $0,05 \text{ \AA}$: $A_m \rightarrow A_m + \delta A_m$ mit $\delta A_m < 0,05 \text{ \AA}$. Eine größere Unschärfe ist durch Radienschwankungen nicht zu erwarten, da bei größeren r -Abweichungen nicht mehr die Überperiode A_{17} , sondern eine andere (z. B. A_{16} bei kleinerem r) entsteht, für die dann wiederum die soeben durchgeführte Abschätzung gilt. Die Überperiodenfolge A_m ist also (bis auf ein geringfügiges δA_m -Intervall) diskret. Größere Schwankungen können sich aber bei isomorphem Ersatz der Si-Atome einstellen, da in diesem Fall die Tetraederkanten d stärkere Schwankungen Δd erleiden. Dies zeigt ein roher Überschlag bei Einsetzen von (6) in (2):

$$(A/2)_n = 2 \sin (d/2\bar{c}) n \bar{c} \gtrsim 2 \left(d/2\bar{c}\right) \cdot n \bar{c} = n d,$$

also

$$A_m \gtrsim m d \quad \text{und} \quad \Delta A_m \sim m \cdot \Delta d.$$

Diese Schwankung ΔA_m ist im Gegensatz zu $\delta A_m < 0,05 \text{ \AA}$ stärker m -abhängig! Sie wächst linear mit m , so daß von einem bestimmten m ab $\Delta A_m > d$ wird; dies ist der Fall für $m < d/\Delta d$. Jenseits dieses Wertes überlappen sich die einzelnen A_m mit ihren Intervallen ΔA_m und bilden dort ein Kontinuum. Beispiel: Für (ein groß anzusehendes) $\Delta d < 0,1 \text{ \AA}$ ist die Schwankung für $m = 16$ bereits auf $\Delta A_{16} < 1,6 \text{ \AA}$ angewachsen. Wegen $d \sim 2,6 \text{ \AA}$ gibt es zwischen den einzelnen A_m noch „verbotene Zonen“ der Breite $2,6 - 1,6 = 1,0 \text{ \AA}$, in denen keine Überperiode liegen kann. Erst im Kontinuum, das hier bei $m > 2,6/0,1 = 26$ beginnt, ist dies möglich, da es in ihm keine verbotenen Zonen mehr gibt.

Mit Hilfe der Elektronenfeinbereichsbeugung konnten bisher die Überperioden A_{17} bis A_{14} durch eigene Untersuchungen und durch ZUSSMANN, BRINDLEY und COMER (5) darüber hinaus noch A_{13} sichergestellt und die strukture geometrisch erwarteten Werte bestätigt werden:

m	A_m	
	strukture geom. erwartet ¹⁾	experiment. gefunden ²⁾
13	33,2	33,7
14	35,8	36,2
15	38,3	38,7
16	40,8	40,7
17	43,3	43,3

¹⁾ ohne Berücksichtigung von isomorphem Si-Ersatz durch andere Kationen

²⁾ Experimentiergrenze $\pm 0,5 \text{ \AA}$

Möglicherweise wird dieser Ausschnitt aus der A_m -Folge noch eine Erweiterung nach unten ($m < 13$) und oben ($m > 17$) erfahren. Für die obere Grenze läßt sich hierzu sagen, daß mit wachsendem Krümmungsradius die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines bestimmten m immer kleiner wird und mehrere m , z. B. m und $m \pm 1$ miteinander in Konkurrenz treten. Dann besteht die Möglichkeit, daß sich Überperioden $A = A_m + A_{m \pm 1}$ usw. oder statistische Vielfache hiervon bilden, oder aber die kristalline Ordnung geht verloren, indem sich (die sich wellenden) Antigoritschichten mit nicht mehr definierten „Wellenlängen“ aus der (001)-Ebene „herauswellen“ (keine Spaltbarkeit parallel (001) mehr!) — hier kommt erst der ganze Inhalt des Begriffs „Serpentin“ voll zur Geltung. Über die strukturellen Konsequenzen für die untere Grenze ($m < 13$) und Strukturen, die für kleine m ($= \dots 4,3,2$) zunächst nur „theoretisch sichtbar“ werden, kann hier aus Zeitgründen nicht eingegangen werden, ebenso nicht auf das Entstehen höherer (Über-)Strukturklassen mit den Überperioden $A = A_{r \cdot m}$; bei letzteren gilt statt (6) $\omega = r \cdot d / 2c$, was sich sinngemäß auf die Längen in Gl. (2) bis (4) überträgt, indem man dort ω durch $r \cdot \omega$ ersetzt.

Erwähnt sei noch, daß sich die Überperiodenfolge A_m unter Umständen als geologisches Thermometer und Manometer dienstbar machen ließe. Darauf weist (1) und (2) hin, beide Gleichungen verknüpfen A und r . Andererseits ist r eine Funktion von p, T, q, \dots , bei konstantem Chemismus q also eine Funktion von p und T (wenn man von anderen Parametern zunächst absieht): $r = r(p, T)$. Einsetzen in (2) liefert die Beziehungen

$$r(p, T) = \frac{1}{2 \cdot \sin \omega} \cdot \left(\frac{A}{2} \right)_n$$

mit bekannten rechten Seiten und damit Verknüpfungsrelationen zwischen p und T , die durch Antigoritsynthesen mit systematischer Steuerung von p und T (Isobaren und Isothermen) aufgenommen werden und auf q und andere Parameter ausgedehnt werden müßten — ein weites Betätigungsfeld.

Schrifttum

- (1) KUNZE, G.: Z. Krist., 108 (1956) 82 und 110 (1958) 282.
- (2) — : Fortschr. Miner., 35 (1957) 46.
- (3) — : Z. Krist. im Druck.
- (4) — : Z. Krist. im Druck.
- (5) ZUSSMAN, J., BRINDLEY, G. W. & COMER, J. J.: Amer. Miner., 42 (1957) 133.

Diskussionsredner: LIEBAU, ECKSTEIN, ZEMANN, NOLL, JAGODZINSKI.

Diskussionsbemerkungen:

F. LIEBAU: Ein Teil der Si-Maxima in der gezeigten Projektion ist hoch und gleichmäßig rund, ein anderer dagegen flach und länglich. Ist dies darauf zurückzuführen, daß zur Berechnung dieser Fourierprojektion nicht genügend Reflexe verwendet wurden oder ist das auf eine gewisse Streuung der Si-Atome um eine feste Lage oder durch besonders starke thermische Schwingungen bedingt?

KUNZE, Antwort an F. LIEBAU: Die Verlängerung der Si-Atome rührt in erster Linie davon her, daß in der x, z-Projektion der Antigorit-Welle jeweils ein O-Atom dicht benachbart bei Si liegt. Abbrucheffekte treten nicht auf, da so gut wie alle Reflexe berücksichtigt wurden, wie der Vergleich einer Cu- und Mo-Aufnahme zeigte. Trotzdem wurde zur Dämpfung einiger schwacher Reflexe im fernen Weitwinkelgebiet ein Temperaturfaktor eingeführt, was ebenfalls zu lokal verschiedenen Verbreiterungen der Maxima in der Projektion führt. Dies zeigt sich nicht nur — wie hier — bei den Si-, sondern auch bei den anderen Atomen. Darüber hinaus mußten — um der nicht zentrosymmetrischen Struktur überhaupt beizukommen — von zwei Si-Atomen in (X, Z) für die Rechnung eines nach (\bar{X} , \bar{Z}) gelegt werden, wodurch sie — abgesehen von geringen Unterschieden der Punklagen und des Streuvermögens einer (OH)₂- und O₂(OH)-Gruppe — bezüglich der X, Z-Ebene zentrosymmetrisch wurden. Dies bedeutet bei 230-Atomen in der Zelle für die Projektion eine geringe Störung, die sich jedoch nicht nur am Ort der eingebauten Atome bemerkbar macht, sondern auch mindestens in die nähere Umgebung fortpflanzt — auch dadurch tritt ein Zerfließen der Maxima (unter Erhaltung der integralen Atomvolumina) ein. Da die Antigorit-Welle aus gekrümmten Schichten besteht, so ist hinsichtlich der thermischen Schwingungen eine Betonung der radialen Richtung zu erwarten.

(Antwort an B. ECKSTEIN): Über die mehr oder weniger starke Anwesenheit von Fremdionen (z. B. Fe³⁺, Al³⁺, Alkalien, . . .) und ihre eventuell stabilisierende Wirkung bei der Schichtwellenbildung des Antigorits gestatten die bisher durchgeführten chemischen Analysen keine Aussage. Alle Deutungen in der Literatur beziehen sich nicht auf ein Einzelobjekt, sondern auf eine Gesamtheit vieler Objekte, wobei unter diesen auch andere Komponenten wie Magnetit, Forsterit, Al₂O₃ . . . (um nur einige zu nennen) auftreten. Streng genommen müßte daher das zuvor beugungsmäßig untersuchte Einzelobjekt chemisch analysiert werden (dies stößt wegen der meist nur submikroskopisch kleinen Bereiche mit Antigoritordnung auf erhebliche experimentelle Schwierigkeiten), um festzustellen, ob Fremdionen im Antigorit-Gitter selbst vorliegen. Möglicherweise aber, wenn überhaupt Fremdionen als Stabilisatoren notwendig sind, wirken diese nur katalytisch und wären dann natürlich, soweit sie nach der Antigoritbildung nicht abgeführt wurden, in den Fremdkomponenten zu suchen. Systematisch gesteuerte Antigoritsynthesen in der Laborbombe, die als Basis für die Antwort auf die Frage nach der Stabilisierung dienen könnten, liegen noch keine vor.

Zur Frage nach Fehlordnung: Die Beugungsbilder weisen nur auf eindimensionale Lagefehlordnung mit Schichtwechselwirkung hin.

Was die Krümmungsradien r der Antigoritwellen anbelangt, so sind diese bei der Entstehung des Antigorits (also in der vorkristallinen Phase) von physiko-chemischen Parametern abhängig und bilden daher ein Kontinuum; im Kristall jedoch kann r für eine bestimmte Überperiode A_m nicht jeden beliebigen Wert annehmen, sondern ist auf ein durch A_m gegebenes Intervall beschränkt; ein außerhalb desselben gelegenes r führt zu einem anderen A_m (z. B. A_{m-1} oder A_{m+1}) . . . In erster Näherung läßt sich das Problem als Eigenwertproblem (Randbedingungen: kristalline Periodizität, Länge bestimmter Bindungsarme) mit Eigenwerten R_n = r/c = n auffassen, und nachträglich stellt man dann fest, daß keine scharfen Eigenwerte, sondern Eigenwertbänder vorliegen. Für große Krümmungsradien r zeigt sich, daß keine „definierten“ A_m mehr entstehen können. Die A_m werden durch begrenzte r-Schwankungen nur wenig betroffen; sie erleiden erst eine (um eine Zehnerpotenz) größere Änderung, wenn der chemische Parameter stark verändert wird (dies wurde beim Bericht vielleicht nicht genügend betont).

(Antwort an H. JAGODZINSKI): Von geringen Abseitslagen im reziproken Gitter werden in der überwiegenden Mehrzahl schwache Reflexe betroffen, die sich nur schwer vermessen ließen. Für diese muß daher eine größere Meßunschärfe zugelassen werden, so daß die Reflexverschiebungen z. T. nicht reell sind. Andererseits ist zu bedenken, daß die geordneten Antigorit-Bereiche sehr klein sind, so daß hier der Gradient des Struktur factors, vor allem, wenn dieser sehr groß ist, Gelegenheit hat, eine Reflexverschiebung — auch bei stärkeren Reflexen — hervorzurufen. In Anbetracht der gewellten Riesenzellen des Antigorits bleibt weiterhin zu beachten, daß sich (geringe) chemische Inhomogenitäten von Antigoritwelle zu Antigoritwelle in (geringen) Schwankungen der Schichtwellenlänge (= Überperiode) und daher auch in schwachen Reflex-

verschiebungen äußern werden, was letztlich gleichbedeutend mit der Frage ist: Ist der Antigorit im strengen Sinne ein Kristall? Für chemisch homogene Antigoritwellen kann diese Frage bejaht werden — dies um so eher, da man auch bei Mischkristallen mit statistisch verteilten verschiedenartigen Atomen den Begriff Kristall beibehält, obwohl chemische Inhomogenitäten und damit auch geringe Schwankungen der Zellabmessungen von Zelle zu Zelle vorliegen können. Für die Fouriersynthese konnten diese verschiedenartigen Effekte nicht berücksichtigt werden.

F. LIEBAU (Berlin): **Rhodonit und Bustamit und ihre Stellung im System $\text{MnSiO}_3\text{--CaSiO}_3$.**

Der manganreiche Teil des Systems $\text{MnSiO}_3\text{--CaSiO}_3$ wurde mit thermischen und röntgenographischen Methoden untersucht. Dabei wurden vom reinen MnSiO_3 drei verschiedene Modifikationen gefunden.

Das bei gewöhnlicher Temperatur stabile $\gamma\text{-MnSiO}_3$ besitzt Rhodonitstruktur und vermag bis zu etwa 20 Mol-% CaSiO_3 zu lösen. In Übereinstimmung damit enthalten die natürlichen Rhodonite nicht mehr als 22 Mol-% CaSiO_3 . Daß die Grenze der Löslichkeit gerade bei einem Ca : Mn-Verhältnis von 1 : 4 liegt, und daß die meisten natürlichen Rhodonite die maximale Calciummenge enthalten, läßt sich aus der Struktur des Rhodonits bzw. aus der Zusammensetzung der Magmen erklären, aus denen sich das Mineral abgeschieden hat.

Die β -Phase mit Bustamitstruktur ist beim MnSiO_3 oberhalb 1160°C bis zum Schmelzpunkt stabil. Sie wurde im ganzen untersuchten System gefunden. Obwohl die Strukturen von Bustamit und β -Wollastonit sehr ähnlich sind, besteht keine vollständige Mischbarkeit zwischen diesen beiden Silikaten.

Die unter normalem Druck bei allen Temperaturen metastabile α -Form besitzt eine dem Pseudowollastonit ähnliche Struktur und wurde ebenfalls im gesamten System $\text{MnSiO}_3\text{--CaMn}(\text{SiO}_3)_2$ gefunden.

Publikation: Z. anorg. allg. Chemie, Bd. 297, S. 213, 1958.

Diskussionsredner: SAALFELD, FLÖRKE, KUNZE.

Diskussionsbemerkungen:

KUNZE: Erlauben Ihre experimentellen Ergebnisse eine Aussage über die chemische Bindung? Läßt sich etwa ein Zusammenhang über die Bindungswinkel von Phase zu Phase (α , β , γ) und damit über einen homöopolaren Bindungsanteil angeben? Geht aus den Beugungsbildern hervor, ob die Tetraeder innerhalb der Tetraederkette statistisch verdreht sein können?

LIEBAU: Die Atomkoordinaten der 3 Phasen sind nicht genau genug bekannt, um Aussagen über Bindungslängen und -winkel zu machen.

Die Röntgenaufnahmen lassen keine Anzeichen diffuser Interferenzen erkennen, so daß eine ungeordnete Verdrehung der Tetraederkette nicht oder höchstens in sehr geringem Ausmaß auftreten kann.

H. SEIFERT (Münster/Westf.): **Vorführung eines Hochschulunterrichtsfilms über das Wachstum von Kristallaggregaten.**

Ein zweiter Hochschulunterrichtsfilm über Kristallwachstum, als Gemeinschaftsarbeit mit dem Göttinger Institut für den Wissenschaftlichen Film entstanden, wird erstmalig vorgeführt, nachdem in einleitenden Worten über Sinn und Zweck des Vorhabens berichtet ist.

Der erste, vor wenigen Jahren (1952) herausgebrachte Film verfolgte die Absicht, die einfachen Grundvorgänge des Kristallwachstums an Hand sehr einfacher Versuche auf dem Objektisch eines Mikroskops mikrokinematographisch zu erfassen und, meist in Zeitraffung, zur Darstellung zu bringen. Der vorliegende Farbfilm*), auf dessen

*) Verwendet wurde Agfa-Color-Film.

Für reichliche Spenden sind wir der Agfa AG., Leverkusen, zu besonderem Dank verpflichtet.

Vorzüge wie Nachteile für den vorliegenden Zweck ausdrücklich hingewiesen wird, befaßt sich mit dem Wachstum von Kristallaggregaten. Dabei ist nur die Darstellung solcher Aggregationen sinnvoll, die ein Gesetz oder doch Regeln der Anordnung der Individuen innerhalb der Gruppen und zueinander erkennen lassen.

Der Film zerfällt in folgende Abschnitte:

Charakteristische Aggregationen blättchenförmiger und stenglig-nadliger Kristalle, garbenförmige Verzweigung, sternförmige Gruppierung, gekrümmte Aggregate; aktive Wachstumsregelung in parallelfasrigen Aggregaten, zentripetales und zentrifugales Wachstum von Sphärolithen, Sphärolithe mit Faserdrilling (\pm „Zweiblatt“).

Die Liste läßt erkennen, daß sowohl die freie Keimbildung im Wachstumsraum als auch die gebundene in Beispielen steigender Kompliziertheit gezeigt werden. Dabei sind eine Reihe von Beispielen, auf deren Aufzählung im einzelnen verzichtet werden muß, dem Gebiet der mikrochemischen Fällungsreaktionen entnommen. Andere zeigen Kristallisationsvorgänge aus Schmelzen, meist organischer Substanzen.

Während der Vorführung ist Gelegenheit, kurz auf die vielfach noch ungeklärten genetischen Probleme der einzelnen Typen einzugehen. Eine quantitative Behandlung der Phänomene erscheint dringend erwünscht.

Die große Bedeutung des Films als Forschungsmittel wird auch vorliegend wieder unter Beweis gestellt.

Ein Beitzum zum Film wird im Selbstverlag des Instituts für den Wissenschaftlichen Film erscheinen.

W. KLEBER (Berlin): **Orientierte Abscheidungen von d-Campher auf anorganische Träger.** (Mit 1 Abbildung im Text.)

Die Untersuchung betrifft folgendes Problem: Wenn eine Kristallart in der Weise auf eine Unterlage orientiert aufwächst, daß der Gast asymmetrisch in bezug auf eine Symmetrielinie der Trägerebene liegt, so sind grundsätzlich zwei Stellungen möglich, die als Rechts- bzw. Linksstellungen bezeichnet werden können. Bei der Aufwachsung von nicht-enantiomorphen Kristallarten sind beide Stellungen spiegelbildlich äquivalent zueinander. Die experimentellen Untersuchungen, die sich mit der Epitaxie von d-Campher-Kristallen auf anorganische Träger aus der Dampfphase befassen, haben ergeben, daß die beiden Stellungen nicht mit derselben Häufigkeit realisiert werden („Asymmetrieeffekt“). Beispielsweise sind auf (0001) von Molybdänglanz 80% der nach dem asymmetrischen Gesetz aufgewachsenen Kristalle in der Linksstellung und nur 20% in der Rechtsstellung orientiert. Bei den Aufwachsungen auf (001) von Biotit zeigte sich ein interessanter Temperatureffekt: Bei niedriger Dampfraum-Temperatur (35° C) sind d-Campher-Kristalle nur in der Linksstellung aufgewachsen. Mit steigender Temperatur des Dampfraumes nimmt die Anzahl der Kristalle in Rechtsstellung zu, erreicht aber (bei etwa 40° C) maximal nur 10% (vgl. ausführliche Veröffentlichung in Z. anorg. u. allg. Chem., **296**, 1958, 164—183).

Die Deutung des Asymmetrieeffektes gelingt ohne Schwierigkeit mit Hilfe der kinetischen Theorie der orientierten Aufwachsungen (BLIZNAKOW 1956): Die Bildungsarbeit eines zweidimensionalen Keimes der Gastphase auf der Unterlage hängt von der Abtrennungsarbeit der Gastpartikel von der Trägerebene ab. Nun sind aber die Anlagerungen einer asymmetrischen Molekel in zwei — in bezug auf eine Symmetrielinie der Trägerebene — symmetrischen Stellungen (Rechts- und Linksstellung) geometrisch nicht äquivalent, im Gegensatz zu den entsprechenden Anlagerungen symmetrischer Molekel. Abb. 1 zeigt diese geometrische Relation schematisch, wobei das Beispiel der Abscheidung von d-Campher (Sechsecke) auf die Basis von Molybdänglanz gewählt wurde. Zur Kennzeichnung der Asymmetrieeigenschaft des d-Camphers wurde ein ungleichseitiges Dreieck durch Schraffur markiert. Man erkennt ohne weiteres, daß beide Positionen nicht mehr gleichwertig sind. Infolgedessen müssen auch die Abtrennungsarbeiten der Molekel in beiden Stellungen verschieden sein und damit schließlich die Bildungsarbeiten der zweidimensionalen Keime. Daraus resultiert aber, daß die Zahl der Orientierungen in den beiden Stellungen verschieden wird.

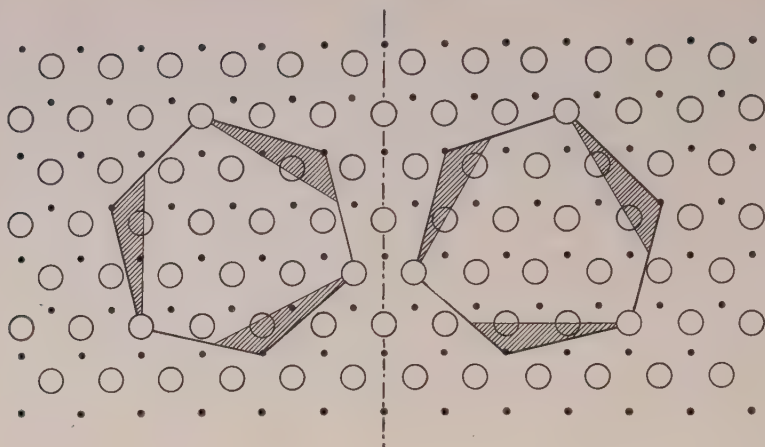


Abb. 1

Bezeichnen wir die Rechts- bzw. Linksstellung mit D und L, entsprechend eine Rechts- bzw. Linksmolekel mit d und l, so erhalten wir folgende Symmetriebeziehungen:

$$dD \neq dL, lD \neq lL,$$

$$dD \doteq lL, dL \doteq lD,$$

wenn das Zeichen \doteq „spiegelbildlich äquivalent“ bedeutet.

Ein weiteres Problem, das im Zusammenhang mit den Untersuchungen über die Epitaxie von d-Campher auftauchte, scheint erwähnenswert: Bei den orientierten Abscheidungen auf (010) von Gips und (0001) von Molybdänglanz bilden sich unter speziellen Bedingungen gerundete („amorphe“) Gebilde und keine kristallographisch begrenzten Formen. Eine ähnliche Beobachtung konnte auch bei den Aufwachsversuchen von Eis (I) auf (010) von Biotit festgestellt werden (Z. Krist. **110**. 1958. 30).

Nun ist bei der Abscheidung von H_2O aus der Dampfphase unter den angewandten Versuchsbedingungen durchaus plausibel anzunehmen, daß es sich bei solchen „amorphen“ Bildungen um eine flüssige Phase — also in diesem Falle Wasser — handelt. Bei der Abscheidung von d-Campher erschien eine derartige Annahme weniger wahrscheinlich, da der Schmelzpunkt von d-Campher wesentlich über der vorgegebenen Temperatur des Dampftraumes oder gar der Temperatur des Trägers liegt. Nach einer gelegentlich mündlich geäußerten Meinung von P. A. THIESSEN, Berlin, ist jedoch zu überlegen, ob nicht auch d-Campher unter geeigneten thermodynamischen Bedingungen und bei entsprechenden Oberflächeneigenschaften der Unterlage (H_2O -Bedeckung, „Verschmutzung“) als quasi-liquide Schicht niedergeschlagen wird.

Diskussionsredner: SEIFFERT, ECKSTEIN, GRALLERT.

Diskussionsbemerkungen:

SEIFFERT: Die vorgeführte spiegelbildliche, statistisch ungleiche Aufwachsung von Campher stellt also nach der vorgetragenen strukturellen Deutung ein Scheinproblem dar! —

Die eingangs kurz eingeführte Theorie nimmt keinen Bezug auf eine eindimensionale Keimbildung. In dieser Hinsicht ist eine Ergänzung wünschenswert. Eine solche Keimbildung ist gerade im Gebiet der Epitaxie organischer Substanzen häufiger, als im allgemeinen angenommen wird. Zweidimensionale Netzanalogien, die, wie auch hier, mit relativ großen Gitterlängen formal konstruiert werden, sind immer darauf verdächtig, daß in Wahrheit nur eindimensionale Analogien für den Verknüpfungsmechanismus in Frage kommen. —

Ist die Struktur von Campher bekannt, und welches sind in diesem Sinne verknüpfende Baugruppen und Kräfte bei dieser Epitaxie?

KLEBER: Die Struktur von d-Campher ist m. W. noch nicht bekannt. Als verknüpfende Baugruppen dürfte die Carbonylgruppe der d-Campher-Molekel in Frage kommen.

Ich glaube kaum, daß bei asymmetrischen Orientierungen nur eindimensionale Strukturbeziehungen wirksam sein können. Im Gegenteil sprechen diese Effekte gerade für zwei- oder sogar dreidimensionale Affinitäten.

W. NOLL, K. DAMM und R. FAUSS (Leverkusen): **Zur Kenntnis des Verhaltens von Silanolgruppen in Silizium-Sauerstoff-Netzwerken.** (Vorgetragen von W. NOLL.)

Das alte Problem, zwischen OH- und H₂O-Gehalten in Silizium-Sauerstoff-Netzwerken zu unterscheiden, wurde am Modell organosubstituierter Siloxane studiert. Solche Siloxane sind als weichgemachte Gläser aufzufassen; sie sind in organischen Lösungsmitteln löslich und können daher in homogener Phase analysiert werden. Der Gesamtgehalt an OH-Gruppen konnte mit Phenylisocyanat titrimetrisch erfaßt werden. OH in Wasser und in Silanolgruppen lassen sich durch die Geschwindigkeit ihrer Umsetzung mit Karl-Fischer-Reagenz (direkte Titration) unterscheiden. Das Verhalten der Silanolgruppen bei thermischer Kondensation wurde UR-spektroskopisch an Filmen untersucht; es ergibt sich — in Parallele zu dem hartnäckigen Verbleiben von OH-Gruppen im Kieselsäureglas —, daß letzte Anteile an Silanolgruppen nur schwer wegzukondensieren sind. Auch bei hochdispersen Kieselsäuren, deren Primärteilen im Größenordnungsbereich von Makromolekülen liegen, liefert die Karl-Fischer-Titration scharfe Unterschiede in der Reaktionsgeschwindigkeit der OH-Typen. Gefällte, röntgenamorphe Kieselsäuren enthalten danach etwa 2–3% OH in Silanolbindung, die als Reste aus dem Polykondensationsprozeß niedermolekularer Kieselsäuren anzusehen sind. Durch Flammenhydrolyse gewonnene, ebenfalls glasartige Kieselsäure hat dagegen einen OH-Gehalt von nur ca. 0,2–0,3%. Die Silanolgehalte von Kieselsäure-Gläsern dürften für deren ausgeprägte Neigung, im Glaszustand zu verhärten, zum mindesten mitverantwortlich sein.

(Ausführlicher Teilbericht in der Kolloid-Zeitschrift.)

Diskussionsredner: JAGODZINSKI, LIEBAU, TH. HAHN, O'DANIEL.

R. EULER und E. HELLNER (Marburg/Lahn): **Die Struktur des Meneghinites, CuPb₁₃Sb₇S₂₄.**

Die Elementarzelle und die Raumgruppe von Meneghinit wurden neu bestimmt: $a_0 = 11,363 \text{ \AA}$, $b_0 = 24,057 \text{ \AA}$, $c_0 = 24 \times 4,128_2 \text{ \AA}$, C_{2v}^2 -Pn₂₁m. Die Struktur der Pseudozelle mit a_0 , b_0 , $c_0 = 4,128_2 \text{ \AA}$ und der Raumgruppe D_{2h}^{10} -Pbnm enthält große Bereiche, welche aus einem deformierten Bleiglanzgitter bestehen. An den Rändern dieser PbS-Bereiche steigt die Koordinationszahl der Metallatome von 6 auf 7, da der

f_1^0 -Faktor, $f_1^0 = \frac{\sum_{Me} n_{Me}}{n_S} = 0,833$. Das bedeutet, daß Teile der oktaedrischen Lücken

in der idealen kubisch dichtesten Kugelpackung der Schwefel unbesetzt bleiben und daher eine Deformation des Gitters auftritt. Die Anwendung der least-squares-Methode bestätigt die von BERRY und MODDLE (1941) vorgeschlagene Formel CuPb₁₃Sb₇S₂₄.

Die Strukturbestimmung erfolgte mit Hilfe der Superpositionsmethode von PATTERSON-Synthesen. Die ausgedehnten Berechnungen für diese Strukturbestimmung (3-dimensionale PATTERSON- und FOURIER-Synthesen, Verfeinerung der Parameter nach der Methode der kleinsten Quadrate und Abstandsberechnungen) wurden mit einem IBM 650 — Magnettrommelrechner durchgeführt. Eine ausführliche Veröffentlichung erscheint in der Zeitschrift für Kristallographie.

Diskussionsredner: SEIFERT, TH. HAHN, EULER, ZEMANN.

WALTRAUD HILMER (Berlin): **Über die Kristallstruktur von Strontiumgermanat.**

Durch die Untersuchungen an MeXO_3 -Verbindungen wurden eine Reihe von Erdalkalisilikaten und -germanaten gefunden, die eine dem Pseudowollastonit analoge Struktur haben: SrSiO_3 , SrGeO_3 , BaSiO_3 und BaGeO_3 . Die röntgenographische Strukturbestimmung wurde an Strontiumgermanat durchgeführt. Es zeigte sich, daß GeO_4 -Tetraeder ringförmige Anionen der Zusammensetzung $[\text{Ge}_3\text{O}_9]^{8-}$ bilden, also „Dreier-ringe“, wie sie im Benitoit $\text{BaTi}[\text{Si}_3\text{O}_9]$ und Wadeit $\text{K}_2\text{Zr}[\text{Si}_3\text{O}_9]$ bekannt sind. Diese Ringe liegen zwischen Schichten von Sr-Atomen so, daß das SrGeO_3 -Gitter aus abwechselnder Aufeinanderfolge von Sr-Schichten und Schichten aus $[\text{Ge}_3\text{O}_9]$ -Ringen besteht.

Publikationen in Acta Cryst. ist vorgesehen.

Diskussionsredner: STUMPF.

R. PEPINSKY (Park, Pa., z. Zt. Zürich): **Ein Programm für die Vorbereitung einer modernen Fassung von GROTH's „Chemischer Krystallographie“.**

Es wurde ein Verfahren eingeführt zur Aufnahme und Speicherung von Daten der Kristallchemie und Kristallphysik, welches die Übertragung auf IBM BCD-Magnetband in einer für die Eingabe in die IBM 704-Maschine besonders geeigneten Form erlaubt. Dies gestattet eine große Mannigfaltigkeit von kristallographischen Berechnungen und das Ausdrucken durch IBM 407-Tabulatoren oder Cardatype-Maschinen nach irgendwelchen gewünschten Kategorien, sowie direkt auf Multilith-Reproduktionsmatrizen. Für die Lochkarteneingabe wurden wirksame Verfahren der Datenzusammenstellung entwickelt, und zum Korrekturenlesen und zur Herausgabe wurden geeignete Methoden ausgearbeitet. Unter Anwendung dieser neuen Technik ist ein Programm im Gange, um alle Kristalldaten zu speichern, die Ergebnisse verschiedenartiger Messungen zu vergleichen und auszuwerten, und automatisch alle durchführbaren kristallographischen Berechnungen auszuführen, einschließlich solche, die sich auf Morphologie, Strukturbestimmungen und ihre Ergebnisse, Kristallphysik usw. beziehen.

Das Programm wird ungefähr drei Jahre benötigen zur Zusammenstellung, Speicherung und Behandlung aller zusammenfassenden Quellen im GROTH-Institut. Mit der Zusammenstellung der Originalliteratur wird in diesem Institut, sowie in verschiedenen mitarbeitenden Laboratorien der ganzen Welt in Kürze begonnen werden. Das Unternehmen wird durch einen anwachsenden Stab von ständigen und korrespondierenden Herausgebern geleitet, der sowohl nach örtlichen Gesichtspunkten wie nach Sachgebieten organisiert ist. Mitarbeitenden Wissenschaftler werden Zugang zu allen sie interessierenden Angaben haben, die nach Wunsch behandelt und geordnet werden.

Als Ergebnisse dieser Tätigkeit werden regelmäßig veröffentlichte Monographien über besondere kristallographische Gebiete, Verzeichnisse fehlender, unvollständiger oder sich widersprechender Daten, sowie Empfehlungen für besondere Messungen zu nennen sein. Methoden der Automatisierung für die Gewinnung der Daten, z. B. für morphologische Messungen und Kristallzeichnungen, für die Röntgen- und Elektronenbeugung an Einkristallen, werden den Mitarbeitern zur Verfügung gestellt. Sobald es sich machen läßt, sollen einige Apparaturen zu diesen Zwecken an Schlüssel-Laboratorien in verschiedenen Ländern verteilt werden. Vollständige Programme für automatische Berechnungen auf der IBM 704-Maschine werden ebenfalls erhältlich sein. Die Mehrzahl solcher 704-Programme, welche von Nutzen schienen, ist bereits aufgestellt und geprüft.

Die Menge der auf diese Weise zugänglich werdenden kristallographischen Daten ist so groß, daß ihre vollständige Publikation nicht in Frage kommen kann. Infolgedessen werden das GROTH-Institut und mitarbeitende Zentralinstitute als Quellen für beschränkte Verteilung der errechneten Daten dienen. In ungefähr fünf Jahren werden die durch diese Programme gelieferten Angaben verwendet, um eine neue Ausgabe von PAUL VON GROTH's „chemischer Krystallographie“ in Angriff zu nehmen. GROTH's Chemisches Ordnungsschema wird in einem Teil dieser Encyclopädie beibehalten werden; ein zweiter Teil wird aber besondere Gebiete der Kristallchemie und Kristallphysik erfassen, welche durch Fachleute bearbeitet werden, denen die Gesamtheit des

vom Institut und von angeschlossenen Organisationen gespeicherten und berechneten Materials zur Verfügung steht.

Dieses Programm wird unterstützt durch Vertrag No. AF 49 (638)-416, welcher zwischen dem Air Force Office of Scientific Research, ARDC, in Washington, D. C. und der Pennsylvania State University abgeschlossen wurde. Der Verfasser ist Herrn Prof. FRITZ LAVES dankbar für seine Gastfreundlichkeit in seinem Institut an der Eidg. Technischen Hochschule, während seines Aufenthaltes in Europa.

Diskussionsredner: STRUNZ, LAVES.

G. TISCHENDORF (Freiberg Sa.): **Über die Genesis von Selenid-Vorkommen, speziell von Tilkerode im Harz** *). (Mit 1 Abbildung im Text.)

Neue Untersuchungen auf dem Eisenglanz-Gold-Selenidvorkommen von Tilkerode im Ostharz haben zu der Erkenntnis geführt, daß sich die alte Vorstellung der primär-hydrothermalen Entstehung der Selenide nicht mehr aufrechterhalten läßt.

Das für die lagerstättenkundliche Situation in Tilkerode Bedeutungsvollste ist das Vorhandensein einer hydrothermal beeinflussten Nebengesteinszone, makroskopisch erkennbar einerseits an der Bleichung des Nebengesteins (Graptolithenschiefer), d. h. einer Oxidation und Wegfuhr der kohligten Substanz, andererseits an einer Rötung, d. h. einer Zufuhr von Rotspat und Eisenglanz. Es war zu erwarten, daß im Zuge der hydrothermalen Prozesse der Stoffhaushalt des Schiefers nicht nur durch Kohlenstoffabfuhr und Eisenzufuhr gestört wurde, sondern daß weitere Stoffverschiebungen eingetreten waren. Besonderen Wert wurde bei den daraufhin durchgeführten Untersuchungen auf den Selenhaushalt des Graptolithenschiefers gelegt.

Der Selengehalt des unbeeinflussten Schiefers ermittelte sich bei 37 Analysen zu 3,26 g/t, der des hydrothermal beanspruchten bei ebenfalls 37 Analysen zu 0,97 g/t (s. dazu Abb. 1). Daraus folgt, daß 2,29 g Se t Schiefernebengestein weggeführt wurden. Es läßt sich so zeigen, daß aus einer den Selenidtrümmern parallel laufenden, in ihren Ausmaßen begrenzten Nebengesteinszone durch die Hydrothermen etwa 160 kg Selen mobilisiert worden sind, eine Menge, die ausreicht, die gesamte Selenidmineralisation im Gang zu erklären.

In gleicher Weise kann nachgewiesen werden, daß Schwefel aus dem Nebengestein abtransportiert wurde, endlich auch Blei, Kupfer, Kobalt, Nickel, Vanadin, Molybdän und Gold. Während die aus dem Nebengestein ausgelaugte Selenmenge etwa der in den Seleniden auf dem Gang konzentrierten entspricht, ist ungefähr einhundertmal mehr Schwefel aus dem Schiefer mobilisiert worden als auf dem Gang in Sulfiden konzentriert. Auf Grund der ausgelaugten Schwefel- und Selenmengen hätten ausschließlich Sulfide gebildet werden können mit einem S/Se-Verhältnis von 2600/1. Dies war jedoch nicht der Fall. Hier liegt der Schlüssel zur Erklärung der Selenidbildung.

Die Altersfolge der Mineralien in Tilkerode, nämlich zuerst Oxyde (Eisenglanz), sodann Selenide (Tiemannit, Naumannit, Clausthalit u. a.) und schließlich Sulfide (Pyrit, Markasit) bei durchgehend karbonatischer Gangart ist Ausdruck des in den Hydrothermen abnehmenden r_H -Wertes. Diese Altersfolge verdeutlicht die Stabilitätsverhältnisse von Oxyden, Seleniden und Sulfiden, nämlich die Tatsache, daß Selenide bereits bei höherem r_H -Wert stabil sind als Sulfide. Obwohl bedeutend mehr Schwefel als Selen mobilisiert wurde, kam es während der Stadien noch hoher r_H -Werte nicht zur Abscheidung von Sulfiden, sondern zuerst von Seleniden. Die mobilisierten Schwefelmengen wurden in gelöster Form dispergiert und erst dann in Sulfiden konzentriert, als die Abscheidung der Selenide beendet und der r_H -Wert der Lösungen noch weiter gesunken war. Die für eine Selenid-Bildung unbedingt notwendige Trennung des Selens vom Schwefel wurde durch die speziellen Verhältnisse des Redoxpotentials der Lösungen erreicht.

*) Die Arbeit erscheint ausführlich als Freiburger Forschungsheft, C 69, voraussichtlich 1959.

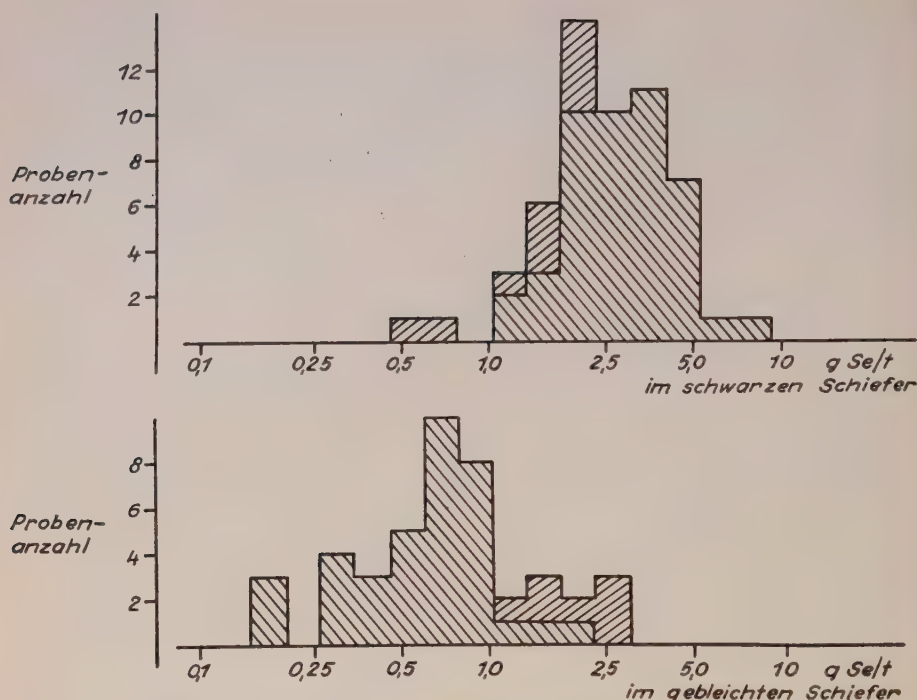


Abb. 1. Übersicht über die Selengehalte im schwarzen, unbeeinflussten (NW—SO-schraffiert) bzw. nur schwach überprägten (NO—SW-schraffiert) und im gebleichten, schwach (NW—SO-schraffiert) oder stark geröteten Graptolithenschiefer (NO—SW-schraffiert) aus dem Grubenfeld des Eskaborner Berges bei Tilkerode.

Als primär ascendente Bildungen werden in Tilkerode von uns nur Eisenglanz und die Karbonspäte angesehen. Diese machen allerdings etwa 99,7 Gew.-% der gesamten Mineralisation aus. Sowohl die Selenide als auch die Sulfide sind Produkte lateraler Mobilisation.

Die lagerstättenkundlich-geochemische Position der anderen von früher her bekannten Selenidvorkommen im Harz wie Zorge, Lerbach und Trogtal sind den Verhältnissen von Tilkerode äquivalent. Für Clausthal und Andreasberg gilt, daß die Selenidmineralisation hier jeweils einer oxydischen Vorphase zugerechnet werden muß, wobei gleichfalls Substanzbezug aus dem Nebengestein vorliegt und die Selenidbildung unter Bedingungen erfolgte, die denen in Tilkerode gleichen.

In den letzten Jahren ist man noch auf einen zweiten Typ von Selenidvorkommen aufmerksam geworden, nämlich auf den mit Pechblende, Eisenglanz und rotem Hornstein. Derartige Vorkommen sind bekannt von Schmiedeberg, von Shinkolobwe, von einer ganzen Reihe kanadischer Uranvorkommen, von Freiberg und neuerdings auch von Niederschlema bei Aue im Erzgebirge. Die gesamte Paragenesis zeigt, daß auch hier ähnliche Redoxverhältnisse der Lösungen vorgelegen haben wie in Tilkerode. Für die Freiburger Selenide ist als sicher anzusehen, daß der Seleninhalt mobilisiert wurde, und zwar aus älteren Sulfiden.

Diskussionsredner: RAMDOHR, EIGENFELD, ROSE, MEHNERT, TISCHENDORF.

P. HAHN-WEINHEIMER (Frankfurt a. M.): **Geochemische Untersuchungen an den Serpentiniten und Eklogiten der Münchberger Gneismasse (Fichtelgebirge).**

Mit Hilfe vorwiegend spektrochemischer Arbeitsmethoden wurde versucht, durch Bestimmung von Nebenbestandteilen und Spurenelementen an serpentinitischen Einlagerungen polymetamorphe Umwandlungen zu erfassen. Hierbei konnten unterschiedliche Spurengehalte an Platin und Palladium nachgewiesen werden. In eklogitischen Einlagerungen wurde eine Reihe anderer Spurenelemente bestimmt. Es wurde untersucht, wieweit Bor und Kohlenstoff und das Isotopenverhältnis $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ von elementarem Kohlenstoff und Karbonat-Kohlenstoff dazu geeignet sind, einen Beitrag zur Klärung von Genese und Alter dieser Gesteine zu liefern.

Die gesamte Arbeit erschien im N. Jb. Miner. Abh., **92**, 1959, 203—278.

Diskussionsredner: ROST, RAMDOHR, HARDER, DRESCHER-KADEN, EIGENFELD.

E. STUMPF (Heidelberg): **Die Zinnerzlagerrstätten von Rooiberg (Transvaal, Südafrika).**
(Mit 2 Abbildungen auf Tafel 1.)

Die Vorkommen des Rooiberg-Distriktes stehen schon seit Beginn dieses Jahrhunderts in Abbau. Jedoch fehlt bis heute eine lagerrstättenkundliche Bearbeitung dieses Gebietes, das mit den Zinnfeldern von Potgietersrust zu den bedeutendsten der Südafrikanischen Union zählt.

Hier sollen einige vorläufige Beobachtungen mitgeteilt werden, die Verf. im Zusammenhang mit einem Besuch der Minen im Jahre 1957 durchführen konnte. Nach Fertigstellung der Untersuchungen wird eine ausführliche Veröffentlichung an anderer Stelle erfolgen.

Die Lagerstätten des etwa 200 km nördlich von Johannesburg gelegenen Zinngebietes von Rooiberg sind an Quarzite der Rooiberg-Serien, die hier das Dach des Bushveld-Komplexes bilden, gebunden. Erzbringer ist der rote Bushveld-Granit. Von wirtschaftlicher Bedeutung sind heute die Minen Rooiberg A, B und C (letztere auch Leeuwpoot genannt). Die "Rooiberg Minerals Development Comp., Ltd.", gewinnt aus den genannten Vorkommen etwa 100000 t Erz pro Jahr. Der durchschnittliche Sn-Gehalt der Erze beträgt 1%, unterliegt jedoch lokal starkem Wechsel.

Die Rooiberg-Serien, in denen die Lagerstätten aufsitzen, bilden ein Dreieck von etwa 40 km Seitenlänge. Wichtigstes Bauelement ist eine 800 m mächtige Folge von Quarziten. Dieser Schichtkomplex gilt als Rest eines alten, präkambrischen Daches, von dem nach Aufdringen der Magmatite des Bushveldes nur einzelne Bruchstücke erhalten blieben.

Die drei Lagerstätten sind ihrer geologischen Anlage nach verschieden. Bei der A-Mine handelt es sich um einen mit Erztaschen besetzten Horizont, der in der Nähe zweier großer, selbst (jedoch nicht bauwürdig!) mineralisierter Verwerfungen auftritt. In Rooiberg B ist die Vererzung an drei parallel verlaufende, steil S fallende Gänge gebunden, die sich in etwa 100 m Teufe vereinigen. Die Bezeichnung C-Mine oder Leeuwpoot umfaßt eine Anzahl verschiedener Gruben. Diese bauen sämtlich auf großteils im Streichen der Quarzite liegende Gänge. Der Zinnstein hält sich dabei vorwiegend an die liegenden Partien der Gänge. — Paragenetisch bestehen jedoch weitgehende Parallelen zwischen den genannten Lagerstätten.

Als älteste Mineralbildungen sind Magnetit und Turmalin zu nennen. Es folgt Zinnstein, der in massiven Aggregaten, in idiomorphen Kristallen und in seltsamen, fingerförmigen Gebilden, mit Karbonat, anzutreffen ist. Spektrographische Analyse, die ich der Freundlichkeit von Herrn Dr. WEIBEL, Zürich, verdanke, ergab einen TiO_2 -Gehalt von 0,5%. Dieser geht, wie der mikroskopische Befund zeigt, weithin auf Rutileinschlüsse zurück.

Magnetkies als weiteres Glied der hochthermalen Phase hat ursprünglich in großen Mengen vorgelegen. Jetzt ist er fast restlos durch Pyrit ersetzt. Kleine Relikte geben den Hinweis auf das Ausgangsmaterial.

Von dem durch Steigen der S-Konzentration aus Magnetkies hervorgegangenen Pyrit ist eine jüngere Pyritgeneration zu trennen — meist idiomorphe xx. Zufuhr

geringer Mengen von Ni bildet sich in meist schon ohne Ätzung erkennbaren Zonen im Pyrit ab. Ganz untergeordnete Co-Gehalte wurden im Linneit gebunden.

Kupferkies als jüngere Bildung liegt oft reichlich vor. Jüngste Erzminerale und schon einem tieferen T-Bereich zugehörig sind Zinkblende und Bleiglanz. Letzterer führt winzige Einlagerungen von Silberträgern (z. T. Fahlerze). Zufuhr von Karbonat und Chlorit erfolgte in verschiedenen Generationen.

Einige genetisch bemerkenswerte Tatsachen lassen sich besonders im Bereich der Rooiberg A 3 Mine beobachten. Die erzführenden Taschen sind an einen Horizont gebunden, der diskordant mit etwa 5° nach E, vom Granitkontakt weg, einfällt. Die Taschen zeigen eine konzentrische Struktur. Auf eine äußere, orthoklasreiche Zone folgt gegen die Mitte hin eine zinnsteinreiche Partie, während das Zentrum von Sulfiden, Turmalin und Karbonat eingenommen wird.

Diese eigenartigen Gebilde sind sichtlich das Ergebnis von Verdrängungsvorgängen. Dabei verdrängt Zinnstein sowohl den Quarz- wie den Feldspatanteil der Quarzite. Außerdem fand eine K-Zufuhr statt: Dieses ist im Orthoklas in der erwähnten randlichen Zone gebunden.

Karbonat tritt in großen Mengen in den zentralen, turmalinreichen Teilen der pockets wie in der SnO₂-reichen Innenzone als Verdränger des Quarzits auf. Es ist stets in markanter Weise gegenüber Quarz und Feldspat idiomorpher Kalzit.

Es handelt sich hier sichtlich um eine hochthermale Paragenese, in die zum großen Teil auch noch die Sulfide fallen. Konnte doch Vallerit, ein Anzeiger für Temperaturen über 225°, im relativ jungen Kupferkies nachgewiesen werden. Etwas tiefer temperiert sind lediglich Bleiglanz und Zinkblende, deren Verbreitung — sowohl intensiv wie extensiv — jedoch nur sehr gering ist.

Dabei lagen die Temperaturen hier erheblich niedriger als z. B. im Potgietersrust-Distrikt, wo die Lagerstätten im Granit bzw. Granophyr aufsitzen. So fehlt im Rooiberg-Gebiet auch die pegmatitisch-pneumatolytische Phase, die für die Vorkommen von Potgietersrust und Stavoren von so großer Bedeutung ist.

Verschiedenheiten im Charakter des für die Erzbringung verantwortlichen Granites sind trotz der beträchtlichen Entfernungen der Rooiberger Lagerstätten voneinander nicht anzunehmen. Stellt doch das ganze Zinngebiet nur einen kleinen Dachgebirgsrest auf dem sich gleichmäßig über hunderte von Kilometern erstreckenden Bushveld-Granit dar.

H.-J. BAUTSCH (Berlin): Über einige Beobachtungen an den Erzmineralen in Metabasiten.

Am Mineralogischen Institut der Humboldt-Universität zu Berlin sind in den letzten Jahren einige Metabasite mineralogisch-petrographisch untersucht worden. Hierbei wurden die durchsichtigen Bestandteile, fast ausschließlich Silikate, eingehend untersucht und aus den Ergebnissen die petrogenetischen Beziehungen abgeleitet. Die Opakanteile, die mit durchschnittlich 3 bis 6% am Gesteinsaufbau beteiligt sind, wurden nicht oder in nur geringem Maße erzmikroskopisch untersucht. Bei den Opakanteilen handelt es sich zum überwiegenden Teil um oxydische Minerale, hauptsächlich Magnetit, Ilmenit und (lokal) Hämatit, also Minerale aus dem Dreistoffsystem FeO—Fe₂O₃—TiO₂. Nachträgliche vorerst nur erzmikroskopische Untersuchungen der Opakanteile sollten weitere Unterlagen zur Deutung der petrogenetischen Verhältnisse geben.

Zwei problematische Erscheinungen an Ilmeniten aus einem Metaserpentinitt von Wurzbach in Thüringen werden zur Diskussion gestellt. Bei diesem Gestein ist das Primärgefüge trotz intensiver Metamorphose noch vollkommen abgebildet. Das Gestein zeigt keine durch tektonische Beanspruchung oder metamorphe Vorgänge bedingte richtende Verformung, wenn man von der Formgebung und Anordnung durch orientierte Verwachsungen, Pseudomorphosen usw. absieht.

Bei dem Ilmenit handelt es sich meistens um Individuen von brett- oder kastenartigen Formen mit Einhöhungen, wie sie schon oft aus basischen Gesteinen beschrieben worden sind. In einigen Proben sind in den Ilmeniten, deren Korndurchmesser im allgemeinen größer als 30 μ ist, Einschlüsse von Rutil vorhanden. Diese Rutilkörperchen haben vorherrschend die Form von rundlichen oder längsgestreckten Disken in einer

Größe von ungefähr $4 \times 6 \mu$, gelegentlich auch noch etwas größer. Selten sind parallel geordnete sehr dünne Lamellen zu beobachten. Die Lamellen zeigen reichlich Spalt- ausbrüche entsprechend der vollkommenen Spaltbarkeit des Rutils nach (110) bzw. (100). Aus der Bireflexion ist zu erkennen, daß Z parallel der Längsachse dieser Rutil- körperchen ist. Z des Rutils ist auch gleichzeitig parallel Z des Ilmenits. Daraus ist zu ershen, daß die Rutilkörperchen mit ihrer Längsachse parallel der Basis des Ilmenits eingelagert sind, also c vom Rutil senkrecht zu c vom Ilmenit. Der Gehalt des Ilmenits am Rutil beträgt maximal 5 bis 6%, ist aber gewöhnlich bei 3 bis 4%. Innerhalb eines Kornes kann stärkere lokale Anreicherung stattfinden. Aus der Art des Auftretens des Rutils, und da sonst kein Rutil weiter beobachtet werden konnte, abgesehen von kleinen Nadeln in Chloritpseudomorphosen nach Biotit, wird angenommen, daß es sich hierbei um Entmischungen handelt. Hämatit- oder Magnetitentmischungen, wie sie häufig in den anderen Ilmeniten vorhanden sind, waren hier nicht zu beobachten.

In einigen Anschliffen zeigten die Ilmenite eine weitere Besonderheit. In Ge- steinsproben mit vollständig abgebildetem Primärgefüge waren inmitten mehrerer Ilmenitkörner sehr fein lamellar verzwilligte Partien zu beobachten. Solche Partien treten auch am Rande der Ilmenitkörner auf oder erfassen ein Korn fast vollständig. Die Lamellen bilden immer parallele Scharen. Einzelne Lamellen dieser Art oder Vergitte- rungen wurden nie beobachtet. Sind in einem Korn mehrere lamellare Partien vor- handen, so haben sie meistens die gleiche Richtung, nur äußerst selten verschiedene. Häufig ist diese Richtung parallel der Längsachse der Ilmenitkörner, oft auch senkrecht dazu oder schräg. Die gittermäßige Orientierung in diesen Lamellen ist wahrscheinlich sehr kompliziert. Die Ursachen für die ausgeprägte lamellare Zwillingsbildung sind bisher noch nicht erkannt. Die beschriebenen Ilmenite zeigen keine Entmischungen von Magnetit, Rutil oder Hämatit, nur gelegentliche Hämatiteinlagerungen, die als Martiti- sierungserscheinungen zu erkennen sind.

Des weiteren wurde über Beobachtungen an den „Primärmagnetiten“ berichtet, deren Bildungstemperatur entsprechend den hierin enthaltenen Ilmenitentmischungen bei ungefähr 800°C liegt, und über die Verwachsungsgefüge des während der Aktino- lithisierung des Gesteins gebildeten Magnetits.

Diskussionsredner: RAMDOHR.

E. HELLNER, G. WEITZ und H. RÖSCH (Marburg): Über einige Strukturen sulfidischer Erze und ein strukturelles Einteilungsprinzip.

Auf drei verschiedenen Wegen können Strukturen der Spießglanze vom PbS-Gitter abgeleitet werden; einmal bleibt eine Gitterkonstante $a_0 = 5,9$ oder ein Viel- faches erhalten; bei einer anderen Gruppe leiten sich die Strukturen von einem Blei- glanzgitter ab, welches auf (110) projiziert ist; bei der dritten Gruppe von Strukturen wird die [111]-Richtung im Bleiglanz als Achsenrichtung gewählt.

Anschließend wird ein Einteilungsprinzip sämtlicher sulfidischer Erze nach struk- turellen Gesichtspunkten gegeben.

Ferner wird ein Nomenklaturvorschlag für Strukturen anorganischer Verbindungen gegeben, der die Bezeichnung von Gitterkomplexen nach C. HERMANN verwendet.

Ausführliche Veröffentlichungen: J. Geol., **66**, 1958, 503—525. Z. Krist.

R. SEIM (Rostock): Über kontaktmetasomatische Prozesse im Rahmen des Brocken- massivs (Harz). (Mit 1 Tabelle im Text.)

Von den Gesteinen innerhalb der Kontaktaureole des Brockenmassivs wurde bisher durchweg angenommen, daß sie einer isochemischen Umbildung unterlagen. So hat zuletzt ERDMANNSDÖRFFER (1951) in seiner inhaltvollen Arbeit über „Die Entwicklung und jetzige Stellung des Granitproblems“ das postsudetisch angelegte Brockenmassiv als einen Intrusivkörper bezeichnet, der in seinem Rahmen eine normale Kontakt- metamorphose, d. h. eine reine Thermometamorphose hervorgerufen hat. Bei der

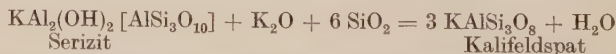
geringen Tiefenlage dieses komplexen Plutons (zwischen 600 und 2000 m nach DAHLGRÜN 1950 und M. RICHTER 1953) ist mit kontaktmetasomatischen Prozessen kaum zu rechnen.

Auf der anderen Seite haben die im Verlaufe der Erstarrung des Brockengranits („Intrusivgranit“ n. ERDMANNSDÖRFFER) freiwerdenden und an bestimmten Stoffen angereicherten fluiden Restlösungen, über deren Verhalten uns u. a. die Überlegungen KENNEDY's (1955) unterrichten, eine \pm intensive deuteroblastische Überprägung des granitischen Erstarrungsgefüges bewirkt. Diese endometasomatische Gefügeumbildung äußert sich am klarsten im schriftgranitischen Gefüge des Brockengranits („Einkorn-Reaktionsgefüge“ i. S. DRESCHER-KADEN's 1948). Dem endometasomatischen Quarzabsatz, welcher, wie DRESCHER-KADEN (1948) errechnete, beträchtliche K_2O -Mengen mobilisierte, ging anscheinend eine teilweise Resorption des Plagioklas durch Kalifeldspat voraus (vgl. SCHEUMANN 1948). Die Vorstellung, daß eine an K_2O und SiO_2 angereicherte granitmagmatische Restlösung die von ERDMANNSDÖRFFER (1941) und DRESCHER-KADEN (1948) beschriebene Endometasomatose hervorrief, unterstreichen besonders die Untersuchungen von GORANSON (1932) über die Löslichkeit von H_2O in granitischen Schmelzen und die Arbeiten von MOREY (1957) über die Löslichkeit von Alkalisilikaten und anderen Stoffen in einer fluiden wäßrigen Phase.

Es darf angenommen werden, daß derartige magmatische Restlösungen ihre Wirkung auf Rahmengesteinsbereiche, in denen geeignete pT-Bedingungen herrschen, ausdehnen, und vom Vortragenden sind allochemische Kontakterscheinungen an bisher zwei Stellen innerhalb der Kontaktaureole des Brockengranitmassivs ermittelt worden.

Am Ostrand des Brockenmassivs, im Gebiet westlich von Drei-Annen-Hohne anstehende Kontaktfelse, die bisher als andalusitführender Randgranit (LOSSEN 1887), kontaktmetamorphe „Porphyroide“, d. h. epizonalmetamorphe Quarzkeratophyre bzw. -keratophyrtuffe (ERDMANNSDÖRFFER 1908), durch Tonschieferassimilation hybridisierter Granit (v. WOLFF 1951) gedeutet oder mit den prävaristischen Serizitgneisen des Fichtelgebirges, welche sich der Hornfelsfazies anpaßten, verglichen wurden (SCHÜLLER 1936), gaben sich durch zahlreiche Neuaufschlüsse und nach entsprechender Bearbeitung als kontaktmetasomatisch veränderte (unter-) mitteldevonische Tonschiefer zu erkennen. Dabei sind die metasomatischen Prozesse an die Dachpartien des Diorites der Brockenmassiv-Ostrandzone gebunden; d. h. die Dioritintrusion schuf in ihrem Dach pT-Bedingungen, welche ein Zuwandern granitmagmatischer Restlösungen ermöglichten.

Bereits während der Geländearbeiten ließen sich Übergänge vom schwach veränderten Tonschiefer zu quarz- und kalifeldspatporphyroblastischen, hellgrauen Kontaktfelsen mit Tonschieferrelikten auffinden, welche die petrogenetische Ableitung der Kontaktfelse von Tonschiefern stützen. Im Anfangsstadium ist die Umwandlung an die s-Flächen als den Flächen bester Wegsamkeit gebunden. Die für die äußere Kontaktzone typischen, fleckigen Kontaktfelse sind durch das Auftreten von Quarzporphyroblasten neben Chlorit-Epidot-Granat (-Fluorit)-Aggregaten und in einem vorausgegangenen Stadium entstandene, später zu Serizit zersetzte Andalusit- (bzw. Cordierit-) Porphyroblasten¹⁾ in einer nur wenig veränderten Tonschiefermatrix gekennzeichnet. In geringerer Entfernung vom Tonschiefer-Granitkontakt haben sich Kontaktfelse ausgebildet, welche in einer grano- bis lepidoblastischen Quarz-Muskowit-Orthoklasmatrix Quarz- und Kalifeldspatporphyroblasten führen. Eine Anreicherung der Großkristalle zu „metablastitoiden“ Kontaktfelspartien ist nicht selten. Die Kalifeldspatbildung ist an kontaktnähere Bereiche gebunden; als Reaktionsgleichung läßt sich annehmen:



Für pelitische Edukte und für den Fall einer Kalimetasomatose ist die Phasenkombination Muskowit-Kalifeldspat nach TURNER & VERHOOGEN (1951) für die Amphibolitfazies kritisch. Obgleich sich, wie zu erwarten, hier verschiedene Faziesbereiche überschneiden, kann man den Hauptteil der bei Drei-Annen-Hohne verbreiteten Kontaktfelse dieser Fazies zuordnen. Bei etwas höheren pT-Bedingungen dürften sich die Biotit-Andalusit-Orthoklasfelse vom Wormketal gebildet haben.

¹⁾ Die Umwandlung erfolgte etwa nach folgender Reaktionsgleichung:

$$3 \text{Al}_2 [\text{O/SiO}_4] + 3 \text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{KAl}_2(\text{OH})_2 [\text{AlSi}_3\text{O}_{10}].$$

Im Anschluß an die Ausführungen zur Petrographie der Kontaktfelse wurden die petrochemische Stellung der Gesteine nach dem Verfahren von RAAZ & KÖHLER (1951) und die vermutbaren Stoffverschiebungen anhand der Kationenproportionen (Atomzahlen NIGGLI's, "one-cation-oxydes" ESKOLA's) besprochen²⁾. Eine merkliche Zunahme von Si und K während der Metasomatose wird begleitet von einer Abnahme der Kationen Na, Ca und (Fe + Mg)³⁾. Der „metablastitoid“ Kontaktfelstyp entspricht in seinem Chemismus annähernd dem Brockengranit. Eine graphische Darstellung läßt erkennen, daß der K_2O -Gehalt der magmatischen Emanationen in unmittelbarer Kontaktnähe durch den Tonerdeüberschuß des Eduktes gebunden wurde, während SiO_2 weiter vordrang.

Im Anschluß an die Besprechung der Tonschiefer-Kontaktfelse fand eine allem Anschein nach ebenfalls kontaktmetasomatische Umbildung der randlichen Partien des Dioritkörpers südlich von Ilsenburg Erwähnung. In Granitkontaktnähe entwickelten sich, unter teilweiser Resorption bestimmter Kornarten des dioritischen Gefüges (K_1 in K_2 -Gefüge), Kalifeldspatkristalloblasten. In Verbindung mit einer weiter reichenden Quarzkristalloblastese bewirkte die Kontaktmetasomatose eine granodioritische Zusammensetzung der Randpartien des Dioritkörpers.

Im folgenden Schema sind die metasomatischen Prozesse im Brockengranitmassiv und in dessen Rahmen zusammengestellt:

Metasomatische Prozesse im Brockenmassiv und dessen Kontaktaureole	
Endometasomatose (Deuterische Phase)	Kontaktmetasomatose
a) Deuteroblastische Umbildung des Brockengranites. K(Na)-Feldspat verdrängt Plagioklas teilweise; Quarz-Kalifeldspatverwachsungs-„Einkorn-Reaktionsgefüge“ i. S. DRESCHER-KADENS. Albitabsatz u. ä. Erscheinungen.	a) Metasomatische Umbildung untermitteldevonischer Tonschiefer bei Drei-Annen-Hohne zu porphyroblastischen Kontaktfelsen mit zahlreichen Quarz- und Kalifeldspat-Großkristallen. b) Metasomatische Umbildung von Gabbrodioriten zu granodioritischen Gesteinen innerhalb der Granit-Dioritzone des Brockenmassivs.
Sehr verbreitet	Begrenzt
Bewirkt von granitmagmatischen, an SiO_2 und K_2O -reichen Restlösungen, die im Verlaufe der Erstarrung des Brockengranites („Intrusivgranit“ nach ERDMANNSDÖRFFER) entstanden und nur stellenweise abwandern konnten.	Bewirkt von in Richtung des Druckgradienten abströmenden (oder in Richtung des Konzentrationsgradienten diffundierenden), an SiO_2 und K_2O -reichen, granitmagmatischen Restlösungen. Deren K_2O -Gehalt wurde möglicherweise durch die granophyrische Gefügeumbildung des Granites erhöht.
Kieselsäure-Kaliummetasomatose	

²⁾ Frau Dr. WOHLMANN, Berlin, hat sechs Kontaktfelsabarten chemisch analysiert, wofür ich ihr zu Dank verpflichtet bin.

³⁾ Man vgl. ESKOLA, P.: The nature of metasomatism in the processes of granitization. — Intern. Geol. Congr., 1948, III, 18. Sess.

Literatur

- ERDMANNSDÖRFFER, O. H.: Heidelbg. Beitr. Miner. Petr. (1951).
 — Jb. d. Preuß. Geol. L.-A. (1908).
 — Zbl. Miner. etc., Abt. A, Jg. 1941.
 RICHTER, M.: Geol. Rdsch., **42** (1953).
 DAHLGRÜN, F.: Z. Erzbergb. usw., **3** (1950).
 DRESCHER-KADEN, F. K.: Miner. u. Petr. i. Einzeldarstlg., 1. Bd. (1948).
 SCHEUMANN, K. H.: Naturf. u. Med. i. Deutschld., **50** (1948).
 GORANSON, R. W.: Amer. J. Sci. (1931, 1938).
 MOREY, G. W.: Econ. Geol., **52** (1957).
 LOSSEN, K. A.: Z. D. G. G. (1887).
 SCHÜLLER, A.: Abh. Math.-Phys. Kl. d. Sächs. Akad. d. Wiss., **42**, 3 (1934).
 KÖHLER, A. & RAAZ, F.: N. Jb. Miner., Mh. (1951).
 WOLFF, F. v.: Gesteinskunde der Eruptivgest. (1951).
 TURNER, F. J. & VERHOOGEN, J.: Igneous and Metamorphic Petrology (1951).
 Diskussionsredner: DRESCHER-KADEN, HARDER, MEHNERT, PILLER.

Diskussionsbemerkungen:

DRESCHER-KADEN: Die Entstehung von Quarzkristalloblasten, welche die Bedingungen echter blastischer Entstehung erfüllen, halte ich für ausgeschlossen. Metasomatisch gebildeter Rückstandsquarz, der ohne Ausbildung kristallographischer Flächen die Stelle abgebauter Primärkornarten einnimmt, kann nicht als porphyroblastischer Quarz im üblichen Sinne bezeichnet werden. Bei vielen Porphyren und Graniten (z. B. Johann-Georgen-Stadt) handelt es sich um \pm korrodierten Korn-Altbestand des primären Ausgangsmaterials.

SEIM zu DRESCHER-KADEN: Für die kristalloblastische Natur der Quarzgroßkörner sprechen: a) Übernahme von Erz (Pyrit) und Epidot des — schwach kontaktmetamorph überprägten — Tonschiefergrundgefüges in den wachsenden Kristalloblast (internes Reliktgefüge); b) der sicher hohe SiO_2 -Gehalt der fluiden granitmagmatischer Restlösungen, welche im Brockengranit die granophyrische Gefügeumbildung bedingten.

Zu PILLER: Es wird auf die Veröffentlichungen von P. ESKOLA und E. WENK verwiesen, in denen die Frage der Erfassung absoluter bzw. relativer Stoffverschiebungen bei metasomatischen Prozessen eingehend behandelt wird.

F. K. DRESCHER-KADEN (Hamburg): Über basische Mylonit-Sphaeroide mit Schalenbau und die Änderung ihres Ni—Cr-Gehaltes.

Metasomatisch aus Kalken entstandene Serpentine des Piz Lunghin (Oberengadin) wurden von mir 1955 kurz beschrieben („Die Naturwissenschaften“, 42. Jahrg., 11, 342) und später mehrere ähnliche Vorkommen aus der nördlichen Schieferhülle der Tauern untersucht. (Geierspitze, Gr. Reckner, Matreier Schloßberg.)

Ähnliche Gesteinstypen, nur mit wesentlich komplizierterer Genese, finden sich auf der Westseite des Bergeller Massivs im Gebiet der Cima di Droso und des Piz Trubinasca. Hier sind es größtenteils metasomatisch entstandene Olivinfelse, Olivin-Enstatitschiefer und Serpentinite, die von zahlreichen, z. T. mächtigen, bis zu einer vertikalen Höhe von 1000 m verfolgten Mylonitzonen durchsetzt werden, welche sich noch in den Bergeller Granit hinein erstrecken.

Die in den stark durchbewegten Myloniten enthaltenen Gesteinsbruchstücke sind häufig mechanisch zu Sphaeroiden von wechselnder Größe verformt. Auf den Mylonitzonen zirkulierende Lösungen verändern die Sphaeroide durch Ausbildung schalenartiger Reaktionszonen. Auf einen — häufig noch erhaltenen — Kern aus Olivinfels oder Olivin-Enstatitschiefer folgt eine meist schmale Serpentinzone, die durch eine Anzahl Brucit-führender Talkzonen abgelöst wird, die ihrerseits in Chlorit übergehen. Die Außenzonen dieser Sphaeroide bestehen aus Hornblende und Biotit. Diese Abfolge zeigt den zunehmenden Einfluß granitischer Lösungen. Entsprechend fällt der Ni—Cr-Gehalt des ursprünglichen Ausgangsgesteins der Sphaeroide (Olivinfels) in den entstandenen Reaktionszonen ständig ab, bis er in den Hornblende-Biotit-Außenschalen den geringsten Wert erreicht oder ganz fehlt (F. Artus).

Syntheseversuche im Autoklaven (J. DITTMANN) ergaben, daß durch SiO_2 -haltige Lösungen aus Magnesit und Dolomit schon unterkritisch Serpentin und Brucit entstehen.

Diskussionsredner: RAMDOHR, ROST, ERHART.

Diskussionsbemerkungen:

ROST: Nickel- und Chromgehalte von einigen Zehntelprozent sind in Ultrabasiten „alpinotyper“ Prägung charakteristisch und nach V. M. GOLDSCHMIDT „Leitelemente“ für magmatogene Bildung. Die metasomatische Entstehung solcher Ultrabasite bzw. Serpentinite mit gleichem Ni- und Cr-Werten aus Kalken müßte also eine gleichzeitige Zuwanderung von Ni (Cr, Fe, Mg und Si) zur Voraussetzung haben, die in anderen bekannten Fällen von Mg-Metasomatoze, z. B. der Genese von Speckstein von Göpfersgrün und Schwingen (Oberfranken) nicht erfolgte. Während der Metamorphose gebildete Mg-Silikate, beispielsweise in den Ophicalciten (von Passau, Kanada), sind ebenfalls praktisch Ni-frei. Die bei der Bildung der Ni-Hydrosilikatlagerstätten beobachteten Wanderungen von Ni und Mg sind nicht im metamorphen Bereich gelegen und nicht mit den hier erforderlichen Lösungstransporten vergleichbar.

Die weiter angeführten Reaktionsbildungen um Ultrabasitbruchstücke in „saurer Gesteinsumgebung“ mit zonenweiser Ausbildung von Serpentin um die Olivinkerne, darauffolgender Außenwandzone von Talk (und Brucit) und Umhüllung mit Chlorit, Hornblende und Biotit finden eine Parallele in den bekannten Serpentinhofgesteinen der Ostalpen sowie in den weltweit verbreiteten „metamorphen Differentiations“-Zonen im Sinne von H. H. HESS.

G. KUNZE: Wurden die Serpentinite vom Bergeller Massiv näher untersucht — und wenn, um welche Art von Serpentin handelt es sich hier (Antigorit, gemeiner Serpentin, Chrysotil)? Tritt in Klüften außer Kluftantigorit auch Chrysotil auf? Strukturell ist zu erwarten, daß bei höheren Drucken Antigorit dominiert. Gestattet die Abfolge im Massiv eine solche Separation in Antigorit und Chrysotil mit Hilfe des Druck-Parameters, oder läßt sich aus Ihren Beobachtungen ein Zusammenhang auch mit anderen Parametern herstellen?

In gleicher Weise wäre interessant zu erfahren, welche Arten von Serpentin bei Ihren Syntheseversuchen (mit J. DITTMANN) im Autoklaven entstanden sind, auch Antigorit? Lassen sich die Bildungsbedingungen — falls verschiedene Arten entstehen — so steuern, daß die eine oder andere Art ganz verschwindet oder „mit Vorliebe“ gebildet wird?

DRESCHER-KADEN (Antwort auf die Anfragen von KUNZE): Wie aus den von mir vorgelegten Gesteinsproben, so wie aus meinem Vortrag hervorging, handelt es sich um einen metasomatischen Großbereich, in dem aus Kalken, Dolomit, Chloritschiefer u. ä. Bildungen verschiedensten Ausmaßes entstehen, wie sie bei der Ophicalcit-Metasomatoze schon länger bekannt sind. In einem derartigen Gebiet wird man verständlicherweise niemals ohne weiteres voraussagen können, wo Chrysotil, Brucit, Antigorit, gemischte Serpentinorkommen oder Übergangsbildungen zu Chloriten auftreten. In einem so komplizierten Gebiet, wie dem besprochenen, ist die Feststellung einer Gesetzmäßigkeit, wo, wann und unter welchen Bedingungen die verschiedenen Serpentinformen entstehen, erst nach Durcharbeitung einer großen Zahl gut untersuchter Einzelbereiche möglich. Diese Arbeiten laufen zur Zeit in unserem Institut. — Die Synthese des Serpentin im Autoklaven hat bislang Gemenge von Antigorit, Brucit und Chrysotil ergeben. Es ist anzunehmen, daß es bald gelingt, einheitliche Produkte zu erzeugen und ihre Entstehungsbedingungen festzulegen.

W. WIMMENAUER (Freiburg i. Br.): Karbonatite im Kaiserstuhl.

Im Zentrum des Kaiserstuhls liegen inmitten verschiedener Eruptivgesteine kristalline Kalksteine in einer Flächenausdehnung von etwa einem Quadratkilometer. Diese Gesteine sind bisher als kontaktmetamorphe Kalke des Doggers oder Mergel des Oligozäns gedeutet worden. Nur der etwa 10 m mächtige Gang im Steinbruch III bei

Schelingen ist schon früher, zuletzt von METSCHKE (1938) als Karbonatit angesprochen worden. Nach Auffassung des Vortragenden muß heute aber das gesamte Kalksteinmassiv als Intrusion nach Art der Karbonatite gedeutet werden.

Bevor die Argumente, die für diese Hypothese sprechen, eingehender behandelt werden, ist vorzuschicken, in welchem Sinne im folgenden der Ausdruck „Karbonatit“ benutzt werden soll. Nach PECORA (1956) sind Karbonatite spezielle, karbonatreiche Gesteine in Alkaliprovinsen, die sich intrusiv verhalten und durch Kristallisation aus heißen Lösungen oder Schmelzen verschiedener Temperatur und Konzentration gebildet wurden. Die sehr allgemeine Fassung der Definition vermeidet den Ausdruck „Magma“, da über die Einzelheiten der Bildungsweise noch keine Klarheit besteht.

Das intrusive Verhalten der Kaiserstühler Karbonatite ist in vielen Fällen ohne weiteres in Aufschlüssen erkennbar. Das bekannteste Beispiel ist der etwa 10 m breite Gang bei Schelingen; schmalere Karbonatitgänge sind aber auch anderenorts häufig. Daß es sich bei diesen oft sehr geringmächtigen (bis unter 1 dm) Gängchen nicht um deszendente Spaltenfüllungen handelt, beweist das Vorkommen von Magnetit und Apatit in diesen Gesteinen.

Auch die große Kalksteinmasse des Badberges kann als Intrusion, und zwar als schräg von Norden her aufsteigende Platte interpretiert werden. Daß eine Intrusion vorliegt, geht daraus hervor, daß die wichtigsten Eruptivgesteine der Umgebung keine Apophysen in den Karbonatit entsenden, umgekehrt aber Fragmente dieser Nebengesteine als Einschlüsse im Karbonatit liegen. Solche Fragmente von Nebengestein sind überhaupt die stärksten Argumente für die Karbonatitnatur gerade der zentralen, großen Badbergintrusion. In den Einschlüssen liegen vorwiegend Phonolithe und Essexite in stark veränderter Form vor. Im Steinbruch Badloch steht eine mehrere Meter breite und gegen 30 m lange Zone mit reichlichen Einschlüssen an, die wahrscheinlich ursprünglich phonolithartige Gesteine waren. Ihr Mineralbestand ist durch Reaktion mit dem umgebenden Karbonatit stark verändert: Hauyn, Wollastonit, Diopsid, Ca-Fe-Granat, Calcit. An der Grenze der Einschlüsse gegen den Karbonatit ist ein bis zu 1 cm starker Biotitsaum ausgebildet. Auch an anderen Stellen des Badberg-Karbonatites sind Einschlüsse von Phonolithen vorhanden, die z. T. noch weniger verändert sind (Reste von Alkalifeldspat).

Auch das eigentliche Nebengestein ist im Kontaktbereich des Karbonatites deutlich verändert. Die von solchen Veränderungen betroffenen Gesteine sind ältere Phonolithe, Essexite und vulkanische Breccien. Charakteristisch sind besonders die starke Durchsetzung mit Calcit sowie die Neubildung von feinschuppigem Biotit aus Augit. Sehr häufig kommt auch die Umwandlung von Plagioklas in Alkalifeldspat vor; sie ist aber nicht auf die Nachbarschaft der Karbonatite beschränkt. G. REIN (1949) hat die Alkalisierungerscheinungen in den Essexiten eingehend untersucht. Auch ihm war die Umwandlung von Augit in feinschuppigen Biotit in der Nähe des damals noch als Marmor angesehenen Karbonatites aufgefallen.

Endlich sprechen geochemische Argumente für die Karbonatitnatur der besprochenen Gesteine. Das verbreitete Auftreten von Mineralien des Niobs und der Seltenen Erden ist schon seit über 100 Jahren bekannt. Es ist hier besonders der Koppit hervorzuheben, der der Pyrochlorgruppe angehört und stellenweise in Mengen von bis zu einigen Zehntelprozent im Gestein auftritt. Ferner kommen Dysanalit (ein niobhaltiges Titanat) und cerhaltiger Apatit vor. Mineralien des Niobs und der Seltenen Erden sind für Karbonatite besonders charakteristisch.

Über die Bildungsbedingungen im einzelnen lassen sich noch keine sicheren Aussagen machen. Die Beobachtungen machen aber folgende Überlegungen wahrscheinlich:

1. Die erhebliche Mächtigkeit des Badbergkarbonatites und das Auftreten isolierter Nebengesteinseinschlüsse spricht eher für ein relativ zähes „Magma“, als für wenig viskose Lösungen nach Art der pneumatolytischen oder hydrothermalen Bildungen. Dagegen dürften die weit ins Nebengestein reichenden, schmalen Karbonatitgänge eher aus dünnflüssigen Lösungen abgesetzt sein.

2. Die Alkalisierungsareole im Nebengestein und die Bildung von Biotitsäumen um Nebengesteinseinschlüsse weisen auf einen beträchtlichen Alkaligehalt des intrudierenden Karbonatites hin. Dieser Alkaligehalt ist zugleich die Voraussetzung für die Existenz eines mobilen Karbonatmagmas bei den in Frage kommenden Drucken und Temperaturen.

Chronologisch gehören die Karbonatite zu den jüngeren und jüngsten Bildungen im subvulkanischen Bereich des Kaiserstuhls. Jünger, als der Badbergkarbonatit sind eine Reihe von Monchiquit-, Phonolith-, Tinguait- und Hauynophyrgängen. Gänge dieser Art werden aber außerhalb des eigentlichen Karbonatitkomplexes von schmalen Karbonatitgängen einer noch jüngeren Generation durchsetzt. Diese sind die überhaupt jüngsten Gangbildungen im Kaiserstuhl. Wir haben demnach mit wenigstens zwei, allerdings sehr ungleichwertigen Generationen von Karbonatiten zu rechnen.

Diskussionsredner: DRESCHER-KADEN, FÜCHTBAUER, EIGENFELD, PAULITSCH, RAMDOHR.

Diskussionsbemerkungen:

WIMMENAUER (Entgegnung auf die Diskussionsbemerkung von EIGENFELD): Der von Herrn EIGENFELD als Argument für die „kontaktmetamorphe“ Deutung des Karbonatits angeführte kontinuierliche Übergang nichtmetamorpher Mergel des Oligozäns in den „Marmor“ ist nach den Geländebefunden des Vortragenden nicht gegeben. Vielmehr durchsetzt nördlich der Eichelspitze ein mächtiger koppitfführender Karbonatit als Gang das kontaktmetamorphe Oligozän. Weiter ist festzustellen, daß das kontaktmetamorphe Oligozän gegenüber seinem Ausgangsmaterial stark an Karbonat verarmt, während der Karbonatit wieder sehr karbonatreich ist.

S. HAUSSÜHL (Tübingen): Elastische Eigenschaften der Guanidin-aluminium-sulfat-hexahydrat-Gruppe. (Mit 2 Tabellen im Text.)

Die Untersuchungen über das elastische Verhalten der Guanidin-aluminium-sulfat-hexahydrat-Gruppe wurden im Anschluß an unsere früheren Arbeiten über die Elastizität der Alaune mit dem Ziele durchgeführt, die Beziehungen zwischen den beiden strukturell und chemisch naheverwandten Kristallgruppen herauszustellen. Von besonderem Interesse erschien uns die durch die niedrige Symmetrie bedingte höhere Anisotropie der Elastizität bei der G—Al—S—H-Gruppe im Vergleich zu den Alaunen.

Außerdem sollte gelegentlich dieser Messungen geprüft werden, ob die phänomenologische Theorie von VOIGT das elastische Verhalten dieser hochanisotropen Gruppe ausreichend zu beschreiben gestattet. Die ferroelektrischen Eigenschaften der vorliegenden Kristalle machten die Kenntnis der Elastizität und deren Temperaturabhängigkeit ebenfalls wünschenswert.

Die erforderlichen großen Einkristalle aus folgenden vier Substanzen wurden durch langsames Eindunsten wäßriger Lösungen bei etwa 40° C gezüchtet:

Guanidin—aluminium—sulfat—hexahydrat	(G—Al—S—H)
Guanidin—gallium—sulfat—hexahydrat	(G—Ga—S—H)
Guanidin—aluminium—selenat—hexahydrat	(G—Al—Se—H)
Guanidin—gallium—selenat—hexahydrat	(G—Ga—Se—H)

Als Ausgangsmaterialien dienen Guanidincarbonat, Aluminiumhydroxyd, Gallium, Schwefelsäure und Selensäure in den höchsten im Handel geführten Reinheitsgraden.

Die Kristalle besitzen die makroskopische Symmetrie D_{3d} , was wir auch durch mehrere Kugelwachstumsversuche bestätigen konnten. Sie entwickeln dicktafeligen Habitus, gekennzeichnet durch die Basis {0001} und das hexagonale Prisma {10 $\bar{1}$ 0}. Ferner beobachtet man mehrere dihexagonale Prismen {hk $\bar{1}$ 0}, das positive Rhomboeder {10 $\bar{1}$ 1}, die negativen Rhomboeder {01 $\bar{1}$ 1} und {01 $\bar{1}$ 2} sowie die hexagonale Bipyramide {11 $\bar{2}$ 1}. (Siehe auch A. HOLDEN et al. Ph. Rev. **101**, 962 (1956). Die physikalischen Eigenschaften dieser Kristallgruppe sind durch eine bemerkenswerte Anisotropie ausgezeichnet: Z. B. hervorragende Spaltbarkeit nach (0001); optisch negativ, Doppelbrechung etwa 0,09; thermischer Ausdehnungskoeffizient in der optischen Achse etwa $8 \cdot 10^{-5}$ senkrecht zur optischen Achse nur etwa $1 \cdot 10^{-5}$ pro Grad C.

Die elastischen Konstanten wurden aus Beugungsbildern von speziellen Eigenschwingungen dicker Platten nach dem verbesserten SCHÄFER-BERGMANN-Verfahren bestimmt. Dabei wurde ein Meß-Schema benutzt, welches zur Festlegung der sechs elastischen Konstanten dieser Kristalle mehrere Messungen an vier verschieden orientierten Schnitten erforderte. Zur Beschreibung des elastischen Verhaltens empfahl es sich, den

Elastizitätstensor wie üblich auf das orthonormale Dreiein E zu beziehen, welches gemäß folgender Transformation aus den Basisvektoren a_1 , a_2 und a_3 der trigonalen Zelle hervorgeht (a_1 und a_2 liegen in Richtung der Normalen der Symmetrieebenen):

$$E = \begin{pmatrix} 1/a & 0 & 0 \\ 1/\sqrt{3}a & 2/\sqrt{3}a & 0 \\ 0 & 0 & 1/c \end{pmatrix} \cdot A, \text{ mit } A = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix},$$

$|a_1| = |a_2| = a$, $|a_3| = c$; a und c sind Gitterkonstanten.

Die Temperaturkoeffizienten der elastischen Konstanten wurden nach zwei Verfahren im Temperaturbereich von 0 bis 85° C gemessen:

1. Messung der elastischen Konstanten bei verschiedenen Temperaturen.

2. Messung der Änderung von Eigenfrequenzen mit der Temperatur.

Beim ersten Verfahren ist die Kenntnis der kubischen, beim zweiten die der linearen Ausdehnungskoeffizienten erforderlich. Durch Kombination der beiden Verfahren ergibt sich die Möglichkeit, lineare Ausdehnungskoeffizienten ebenfalls zu messen.

In den folgenden Tab. 1 und 2 sind die so gemessenen elastischen Konstanten und deren Temperaturkoeffizienten für 22° C zusammengestellt. Unter Berücksichtigung der maximalen Orientierungsfehler gelten für die relativen Fehler folgende Schranken: c_{11} und c_{33} : 2 Promille; c_{12} : 2 Prozent; c_{44} und c_{13} : 1 Prozent; c_{14} : 3 Prozent; T_{11} und T_{33} : 3 Prozent; die restlichen T_{ij} : 5 Prozent.

Tab. 1: **Elastische Konstanten der G—Al—S—H-Gruppe**
(Einheiten: c_{ij} und K^{-1} in 10^{11} erg · cm⁻³, D in g · cm⁻³, a und c in 10^{-8} cm)

22° C	G—Al—S—H	G—Ga—S—H	G—Al—Se—H	G—Ga—Se—H
c_{11}	4,475	4,378	4,293	4,040
c_{33}	1,438	1,446	1,361	1,353
c_{44}	0,92	0,92	0,815	0,81
c_{12}	2,835	2,853	2,688	2,54
c_{13}	1,345	1,413	1,380	1,428
c_{14}	0,295	0,305	0,316	0,304
K^{-1}	1,43	1,44	1,36	1,35
D	1,8064	1,9801	2,1239	2,2798
$a_{18^\circ C}$	6,774	6,781	6,921	6,935
$c_{18^\circ C}$	8,948	9,039	9,055	9,139

Tab. 2: **Temperaturkoeffizienten der elastischen Konstanten der G—Al—S—H-Gruppe von 0° bis 30° C.** (Einheit: T_{ij} in Promille.)

	G—Al—S—H	G—Ga—S—H	G—Al—Se—H	G—Ga—Se—H
T_{11}	— 0,69	— 0,71	— 0,58	— 0,62
T_{33}	— 0,84	— 0,89	— 0,85	— 0,83
T_{44}	— 0,80	— 0,85	— 0,68	— 0,71
T_{12}	— 0,67	— 0,70	— 0,69	— 0,73
T_{13}	— 0,88	— 0,93	— 1,00	— 1,03
T_{14}	— 1,05	— 0,98	— 1,04	— 0,99

In Tab. 1 sind außerdem die aus den elastischen Konstanten berechneten dynamischen Kompressibilitäten, die mittels Auftriebsmethode gemessenen Dichten (22° C) und die an großen Einkristallen mit dem Zählrohrngoniometer nach dem BRAGG-Verfahren bestimmten Gitterkonstanten (18° C) aufgeführt. Die relativen Fehler liegen bei

den Dichten und bei den Gitterkonstanten unter 0,5 Promille. Die elastischen Messungen ergaben zunächst, daß die Voigt'sche Theorie bei den hier vorliegenden Kristallen innerhalb der oben angegebenen Fehlergrenzen benutzt werden kann.

Aus den Tabellen ist folgendes zu entnehmen:

Die elastischen Konstanten und deren Temperaturkoeffizienten besitzen bei allen vier Gliedern der isotypen Reihe denselben Gang und zeigen von Glied zu Glied nur geringe Unterschiede. Besonders auffallend sind die großen Werte des Verhältnisses c_{11}/c_{33} , die eine in diesem Grade bisher noch nicht beobachtete Anisotropie kennzeichnen. Die größeren Gitterdistanzen der Selenate machen die geringeren Werte bei den elastischen Konstanten c_{11} , c_{33} , c_{44} und c_{12} sowie der reziproken Kompressibilität K^{-1} gegenüber den Werten der Sulfate verständlich. Diese engere Verwandtschaft innerhalb der Gruppen der Selenate und der Sulfate findet sich bei den Alaunen ebenfalls. Solche Gesetzmäßigkeiten treten in den Untergruppen mit gleichem dreiwertigen Kation nicht hervor.

Sehr bemerkenswert ist das Verhalten der Temperaturkoeffizienten. Sie variieren nur wenig, nämlich zwischen etwa 0,5 und 1 Promille. D. h., die absoluten Änderungen der elastischen Konstanten pro Grad folgen ungefähr denselben Verlauf wie die elastischen Konstanten selbst.

Zu einer quantitativen Deutung des elastischen Verhaltens gelangt man über den Vergleich mit den Alaunen, die fast dieselbe Packungsdichte und denselben Bindungscharakter haben. Die Übertragung einer aus unseren früheren Untersuchungen an den Alkalihalogeniden mittels Modellbetrachtungen gewonnenen Formel auf das trigonale Gitter der G—Al—S—H-Gruppe und ein Vergleich mit den Alaunen ergibt trotz der hohen Anisotropie eine gute Übereinstimmung mit dem beobachteten c_{11}/c_{33} -Wert. Die durch das hohe c_{11}/c_{33} aufgezeigte Bindungslockerung in Richtung der optischen Achse, welche mit einem an den Alaunen gemessenen sehr großen c/a -Wert gekoppelt ist, erweist sich so als die eigentliche Ursache der übrigen starken Anisotropie-Effekte in der G—Al—S—H-Gruppe.

Auch die Werte der Konstanten c_{12} , c_{44} und c_{13} können aus dem Vergleich mit den Alaunen erfaßt werden. Schließlich befolgen auch die Kompressibilitäten eine aus Modellvorstellungen abgeleitete Regel, die verlangt, daß niedriger symmetrische Gitter eine höhere Kompressibilität besitzen als kubische Vergleichsgitter mit ähnlicher Packungsdichte und vergleichbarem Bindungscharakter.

Es ist zu erwarten, daß die hier am Beispiel der G—Al—S—H-Gruppe und der Alaun-Gruppe gefundenen Gesetzmäßigkeiten im elastischen Verhalten zweier isotypen strukturverwandter Reihen von verschiedener Gittersymmetrie allgemeinere Gültigkeit für die Beurteilung der Elastizität anderer Kristallgruppen besitzen.

(Eine ausführliche Veröffentlichung erfolgt in Zeitschrift für Kristallographie.)

Literatur

HAUSSÜHL, S.: Die Elastizität der Alaune, Fortschr. Miner., **36**, 75—77 (1958).

— Das elastische Verhalten und die Eigenschaften der Gitterbausteine bei den Alkalihalogeniden vom Steinsalz-Typ, Z. Krist., **110**, 67—84 (1958).

Diskussionsredner: KLEBER, ECKSTEIN, v. ENGELHARDT.

R. KRANZ (Hamburg): Über Borcarbide.

Borcarbid wird als Schleifmittel für Hartmetallwerkzeuge benutzt, für welche teilweise die Härte des Carborundpulvers nicht ausreicht. Die Ansichten über die Härte der Verbindung gehen weit auseinander. Während teils berichtet wird, daß sich in dem Pulver Diamanten schleifen lassen, stellen andere Autoren Borcarbid in der erweiterten Mohs'schen Härteskala zwischen Carborund und Diamant. Eine genaue Härteuntersuchung ergibt: für Borcarbid eine Härte in der Größenordnung des Diamanten, sie liegt bei 8000 kg/mm². Bei höherer Temperatur jedoch vermag das Carbid größere Mengen Kohlenstoff zu lösen, den es zum Teil bei der Abkühlung in Form von Graphit wieder abscheidet. Ein kleiner Teil bleibt in fester Lösung und setzt die Härte wesentlich herab.

Diskussionsredner: GAUSE, FLÖRKE, v. ENGELHARDT.

P. RAMDOHR (Heidelberg): Neue Beobachtungen über natürliche radioaktive Einwirkungen an Mineralien.

Die radioaktive Einwirkung von Mineralien mit Gehalten an U oder Th auf die Umgebung und die Wirkung der Strahlung auf die Trägerminerale selbst äußert sich in: radioaktiven Höfen, Isotropisierungen, chemischen Umsetzungen, radioaktiven Sprengungen — dazu einigen Folgeerscheinungen. Alle sind durch Übergänge verknüpft. — Die bisherige Deutung der Höfe, die diese auf Mineralien mit wesentlichem Anteil an Ionenbindung beschränkt hätte, ist nicht ausreichend, da inzwischen Höfe auch in Mineralien mit sehr großem Anteil metallischer Bindung (Arsenikies, Safflorit, Cobaltit, Magnetkies, Pyrit und Graphit) gefunden wurden. Schon das Auftreten in Eisenglanz, Columbit, Magnetit, Ilmenit hatte sie unwahrscheinlich gemacht. Analog den Einwirkungen der schnellen Neutronen auf Reaktorsubstanzen sind es Frenkel-Defekte, die durch die α -Strahlen ausgelöst werden. Effekte, die der Reaktor in Minuten erzielt, sind, wie sich rechnerisch leicht zeigen läßt, bei der Intensität etwa der Strahlung winziger Uranpecherzkörnchen erst in Millionen bzw. Milliarden von Jahren erreichbar. Die Höfe in den Opakmineralien sind demgemäß meist in urältesten Gesteinen zu beobachten.

Diskussionsredner: LAVES, JAGODZINSKI, v. ENGELHARDT.

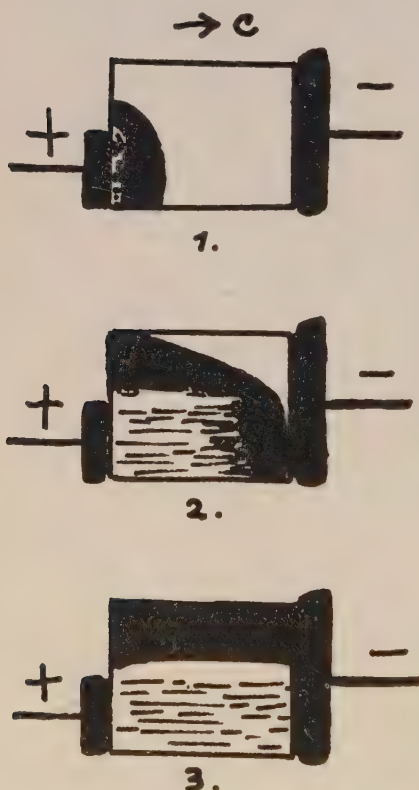


Fig. 1—3. Drei Stadien einer Elektrolyse von Quarz.

J. LIETZ (Hamburg): Die Entstehung der Rauchquarz- und Amethystfarbe durch Elektrolyse und Bestrahlung.
(Mit 3 Figuren im Text.)

Es wird berichtet über Untersuchungen mit R. M. HÄNISCH über Bildung und Wanderung von Farbzentren im Quarz bei Temperaturen über 760°C in einem elektrischen Feld. Von der Anode ausgehend bildet sich eine Farbfront, die den Kristall parallel der c-Achse durchläuft (Fig. 1–3) und eine schwach gefärbte Zone hinterläßt. Im Bereich, in dem sich der Kathode kein Anodenteil gegenüber befindet, entsteht eine intensive, bleibende Färbung, die von der Bahn unter der Anode durch einen nicht gefärbten Hof getrennt ist. Es kann gezeigt werden, daß die potentiellen Farbzentren, die auf Elektrolyse ansprechen, verschieden sind von den potentiellen Farbzentren, die sich durch γ - und Röntgenstrahlen (den Zentren des natürlichen Rauchquarzes) anfärben lassen. Beide Arten von Farbzentren haben das gleiche Absorptionsspektrum.

Versuche mit W. MÜNCHBERG ergaben, daß auch die bei $4\text{--}500^{\circ}\text{C}$ ausheizbare Färbung des Amethyst durch Elektrolyse wieder hervorgebracht werden kann.

Eine Modellvorstellung der Farbzentren des Rauchquarzes wird diskutiert.

Veröffentlichung wird erscheinen in: Naturwiss. und Z. Krist.

Diskussionsredner: LAVES, FLÖRKE, GRALLERT, ECKSTEIN.

W. MÜNCHBERG (Hamburg): **Untersuchungen zur Verfärbung von Quarzgläsern durch Strahlung.**

Quarzgläser zeigen nach radioaktiver Bestrahlung ein Absorptionsspektrum, das dem Amethystspektrum außerordentlich ähnlich ist.

Eine Beeinflussung der einzelnen Banden, die sich nach Zerlegung in Gaußkurven ergeben, ist durch reduzierende bzw. oxydierende Atmosphäre beim Schmelzvorgang oder nachträglich möglich.

Unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes wandern die Farbzentren bei 1000° C von der Anode zur Kathode und lassen sich völlig aus dem Quarzglas herauselektrolysieren.

Es wurde aus SiCl_4 durch γ -Strahlung nicht mehr verfärbbares Quarzglas hergestellt. Nach Zusatz von Fremdionen, Na und Al kombiniert, tritt die Bestrahlungsfärbung wieder auf.

Teilweise veröffentlicht: *Glastechn. Ber.*, **31** (1958), 121.

Diskussionsredner: LAVES, FLÖRKE, GRALLERT, ECKSTEIN.

O. W. FLÖRKE (Würzburg): **Untersuchungen an Opal, Chalzedon und Kieselgesteinen.**

Der Aufbau von Opalen und mikrokristallinen Quarzvorkommen wurde röntgenographisch mit einer evakuierbaren Guinierkamera untersucht. In dieser Kamera können die Proben ohne fremde Materialien, wie z. B. Glas oder organische Kunststoffe geröntgt werden, und es ist möglich, amorphe Anteile in den Proben bis zu weniger als 10% nachzuweisen. Opal, d. h. nicht kristallisiertes, verfestigtes Kieselsäuregel ist in der Natur sehr selten zu finden, nur klare oder schwach trübe Hyalithe, einzelne Edelopale, Kieselgur und verschiedene Kiesel-sinter bestehen noch ganz aus Opal. Die weit-aus meisten „Opal“-Vorkommen sind bereits in mikrokristallinen Quarz oder in struk-turell stark gestörten Opal-Cristobalit umgewandelt. Die von O. BRAITSCH (1) vorge-schlagene Bezeichnung „Opal-Cristobalit“ für diese stark gestörten Cristobalitvor-kommen wurde beibehalten, um keine Verwirrung zu stiften, obwohl derartiger Cristo-balit nicht nur in Opalen, sondern z. B. auch in Gläsern vorkommt (2). Die Bezeichnung soll etwas über die niedrige Bildungstemperatur dieser Cristobalitvorkommen und damit über ihren schlechten Ordnungszustand aussagen. Der Opal-Cristobalit wurde lange Zeit als bei Raumtemperatur beständiger Hoch-Cristobalit angesprochen, es konnte aber gezeigt werden (2), daß es sich nur um strukturell stark gestörten Tief-Cristobalit handelt. Zwischen Opal und Opal-Cristobalit gibt es keine scharfe Grenze, dagegen ist mikrokristalliner Quarz auch noch in den feinsten Fraktionen gut definierbar. Auch hier kommen aber mit abnehmender Korngröße zunehmend gestörte Oberflächenpartien ins Spiel, wodurch z. B. der Effekt der Tief-Hoch-Umwandlung vermindert und die Umwandlung selbst zu tieferen Temperaturen verschoben wird. — In den unter-suchten Kieselgesteinen (Hornsteine, Lydite, verkieselte Quarzsandsteine verschie-denen Alters) fanden sich nur bei ganz jungen Vorkommen noch Opal und Opal-Cristobalit. Im allgemeinen ist bei Kieselgesteinen die Umwandlung des Opals schon restlos bis zum mikrokristallinen Quarz fortgeschritten. Die eigenen Ergebnisse bestä-tigen die bereits von F. LAVES (3) und O. BRAITSCH (1) entwickelten Vorstellungen, daß die geregelten Vorkommen von mikrokristallinem Quarz in vielen Fällen paramorph nach entsprechend geregeltem Vorkommen von Opal-Cristobalit sind. Die Nachbildung der Cristobalitregelung stellt wahrscheinlich den normalen Weg zur Entstehung geregelter mikrokristalliner Quarzvorkommen dar. Diese Regelungsmechanismen kann man an Einkristallparamorphosen, z. B. den Paramorphosen von Quarz nach Cristobalit von Ellora Caves (4) und nach Tridymit von den Euganeen (5) und von Colorado (6) sehr gut verfolgen. Der bisher als Paramorphose von Quarz nach Cristobalit aufgefaßte Melanophlogit von Sizilien (7) ist mit Sicherheit keine Paramorphose, der Quarz ist hier pseudomorph nach einem anderen Mineral, vielleicht nach Flußspat.

Literatur

- (1) BRAITSCH, O.: Über die natürlichen Faser- und Aggregations-Typen beim SiO_2 , ihre Verwachsungsformen, Richtungsstatistik und Doppelbrechung. — *Heidelberger Beitr. Miner. Petrogr.*, **5** (1957), 331—372.
- (2) FLÖRKE, O. W.: Zur Frage des „Hoch“-Cristobalits in Opalen, Bentoniten und Gläsern. — *N. Jb. Miner. MH.*, **1955**, 10, 217—224.
- (3) LAVES, F.: Über den Einfluß von Spannungen auf die Regelung von Quarz- und Cristobalit-Kriställchen im Chalzedon, Quarzin und Lussatit. — *Naturwiss.*, **27** (1939), 705—707.
- (4) VAN VALKENBURG JR., A. und BUIE, B. F.: Octahedral Cristobalite with Quarz Paramorphs from Ellora Caves, Hyderabad State, India. — *Amer. Miner.*, **30** (1945), 526—535.
- (5) MALLARD, E.: *Bull. Soc. Franc. Miner.*, **13** (1890), 161—180.
- (6) RAY, L. L.: Quartz Paramorphs after Tridymite from Colorado. — *Amer. Miner.*, **32** (1947), 643—646.
- (7) v. GLISZCZYNSKI, S. und STOICOVICI, E.: Beitrag zum Melanophlogitproblem. — *Z. Krist.*, **99** (1938), 238—250.

Diskussionsredner: BRAITSCH, v. ENGELHARDT.

O. E. RADZIEWSKI und H. J. BALDEN (Aachen): **Röntgenographische und elektronenoptische Untersuchungen an der Schlettaer Erde. Interferenzbilder hoher Auflösung von einzelnen Kristallen.** (Mit 4 Abbildungen auf Tafel 2—3 sowie 2 Tabellen und 1 Abbildung im Text.)

1. Nachweis eines mixed-layer-Tonminerals

Unter den im Tonmineralausschuß bearbeiteten natürlichen Tonen, deren Zusammensetzung von verschiedenen Bearbeitern nach unterschiedlichen Verfahren ermittelt wurde, nimmt die Schlettaer Erde eine besondere Stellung ein. Aus den röntgenologischen Untersuchungen ergab sich im Mittel die Zusammensetzung 25% Quarz, 30% Kaolinit, 34% Glimmer bzw. Illit und 4% Feldspat.

Röntgenographisch wurde neben Kaolinit und Quarz nur Illit, mit Hilfe der DTA jedoch kein Illit, sondern nur Montmorillonit ermittelt. Der Netzebenenabstand der Basisinterferenz des glimmerartigen Tonminerals war für Illit etwas zu groß und hatte je nach der Vorbehandlung, d. h. dem Trocknungsgrad unterschiedliche Werte: lufttrocken wurden 11,5—11,9 Å, nach dem Trocknen bei 110° C 10,5—10,8 Å gemessen.

Eine eingehende röntgenographische Untersuchung mittels Pulveraufnahmen, Zählrohrgerät und Guinierkammer bestätigte die Annahme, daß der Illit hier als ein mixed-layer-Tonmineral vorliegt. Er ist leistenförmig ausgebildet und im Feinen angereichert, aber auch im Anteil unter 0,2 μ findet sich noch deutlich Kaolinit (Bild 1).

Während bei reinen Tonmineralen die Reflexe der Komponenten getrennt auftreten und die (001)-Serien eine submultiple Folge des (001)-Reflexes darstellen, entstehen bei Mineralen mit mixed-layer-Struktur mit willkürlicher Anordnung der Schichten infolge gegenseitiger Beeinflussung zweier benachbarter Interferenzen nicht-reelle Reflexe, deren Lage von der relativen Menge der Schichtarten, vom Formfaktor und beim Basisreflex vom Polarisationsfaktor abhängig ist.

Durch Quellversuche kann eine Aufspaltung dieser Interferenzen erreicht werden, wenn der quellfähige Anteil über 10% beträgt (1). Durch Quellen mit Glyzerin und vor allem mit Äthylenglykol gelang es, die nichtreellen Reflexe des mixed-layer-Minerals aufzuspalten und als reelle Reflexe darzustellen, so daß für die Zusammensetzung eine ungeordnete Wechsellagerung von Illit und Montmorillonit im Verhältnis 2:1 angenommen werden muß. Für die Identifizierung genügt es, an nichtorientierten Präparaten die Lage der innersten Interferenzen mit dem Zählrohrgoniometer vor und nach der Quellung zu bestimmen.

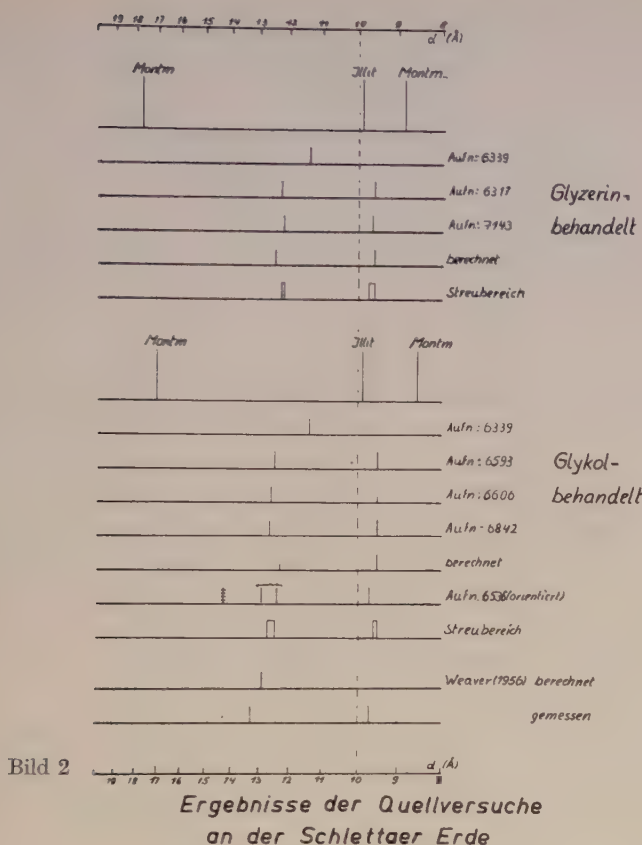


Bild 2 gibt eine schematische Darstellung der Lage dieser Interferenzen im unbehandelten lufttrockenen Zustand (Aufn. 6339) sowie nach einer Behandlung der Fraktion $< 2 \mu$ mit Glyzerin und der Fraktion $< 0,6 \mu$ nach Glykolbehandlung. Eine Aufspaltung zeigt die Probe bei Glyzerinbehandlung sowohl nach 24 Std. bei 150°C (A 6317) wie nach 160 Tagen bei Zimmertemperatur (A. 7143). Nach einer Glykolbehandlung von 11, 14 und 64 Tagen (A. 6593, 6606 bzw. 6842) war ebenfalls das Aufspalten der breiten Interferenzen bei $11,5 \text{ \AA}$ in eine bei $9,5 \text{ \AA}$ und eine bei $12,5 \text{ \AA}$ erfolgt; etwa die gleiche Aufspaltung zeigte ein orientiertes Präparat nach 14tägiger Lagerung in Glykoldampf (A. 6536). Dieses Aufspalten ist ein eindeutiger Beweis für die Anwesenheit eines mixed-layer-Minerals.

Berechnet man überschlagsmäßig den d -Wert einer Mischung von $\frac{1}{3}$ Montmorillonit und $\frac{2}{3}$ Illit, d. h. die Lage der nichtreellen Interferenz, so ergibt sich etwa $12,4 \text{ \AA}$, was mit den gefundenen Werten zwischen $12,5\text{—}13,0 \text{ \AA}$ recht gut übereinstimmt. In Bild 2 sind außerdem noch zum Vergleich die gemessenen Streubereiche der gespaltenen Interferenzen sowie die von WEAVER (1) berechneten und gemessenen Werte angegeben.

2. Elektronenbeugungsaufnahmen.

Von einzelnen Kristallen Kaolinit und Illit wurden im Elektronenmikroskop Feinbereichsaufnahmen erhalten. Dabei wird in dem von der Objektivlinse erzeugten Zwischenbild mittels Selektorbildern ein kleiner Bereich ausgeblendet, so daß nur zu diesem Bereich gehörende Strahlen durchgelassen werden. Gemäß dem

BOERSCH'schen Strahlengang kann dann in Analogie zum Konoskop in der Lichtoptik mittels einer geeigneten Anordnung elektronenoptischer Linsen entweder die vergrößerte Abbildung (28 000—30 000 : 1) oder das zugehörige Beugungsbild erzeugt werden (2).

Eine Auswertung dieses Beugungsbildes erfolgt über das reziproke Gitter, denn die Elektronenbeugungsaufnahme eines Einkristalls stellt die „Projektion“ des reziproken Gitters der Zone der Durchstrahlung dar, bei den Schichtsilikaten also in Richtung der Achse c^* (3).

Bild 3 zeigt das Beugungsbild eines Kaolinitkristalls, (001) senkrecht zum Elektronenstrahl, mit der Indizierung im reziproken Gitter und Tabelle 1 die aus dieser Aufnahme erhaltenen Netzebenenabstände. Daneben sind die von BRINDLEY und ROBINSON (4) berechneten Werte angegeben, sowie die von PINSKER (5) aus Elektronenbeugungs-Pulverdiagrammen und die von SUITO und UYEDA (6) an ähnlichen Aufnahmen ermittelten Netzebenenabstände.

Die Diagramme wurden an etwa dreifachen Vergrößerungen der Originalaufnahmen vermessen in der Weise, daß die Abstände entsprechender gegenüberliegender Interferenzen bestimmt und daraus die d -Werte berechnet wurden. Dabei liegen die Abweichungen von den angegebenen Werten bei verschiedenen Messungen derselben Interferenzen meist unter 1% vom Wert.

Bild 4a zeigt den im elektronenmikroskopischen Zwischenbild ausgeblendeten Bereich mit dem Illit-Plättchen, dessen Beugungsdiagramm Bild 4b wiedergibt.

Der Indizierung wurde das reziproke Gitter eines 2M-Muskowit mit den Gitterkonstanten $a = 5,2 \text{ \AA}$, $b = 9,0 \text{ \AA}$, $c = 20, 1 \text{ \AA}$, $\beta = 95,5^\circ$ (STRUNZ (7). S. 303) zugrunde gelegt, da viele natürliche Illite die 1M- oder 2M-Struktur des Muskowit besitzen (vgl. YODER und EUGSTER (8), LEVINSON (9)).

Tabelle 2 gibt die aus der Aufnahme 1105 (Bild 4b) ermittelten Netzebenenabstände an; zum Vergleich sind die von GRIM, BRAY und BRADLEY (10) für Muskowit und die von MAEGDEFRAU und HOFMANN (11) für Illit berechneten Werte herangezogen, wobei letztere eine rhombische Indizierung mit $a = 5,18 \text{ \AA}$, $b = a \cdot \sqrt{3}$ und $c = 19,84 \text{ \AA}$ zugrunde gelegt hatten.

Die Auswertung der Diagramme erfolgte in derselben Weise wie beim Kaolinit, auch hier betragen die Schwankungen in der Ausmessung maximal 1%. Entsprechende Diagramme wurden auch von Illitleisten von etwa $0,1 \mu$ Breite und ca. 1μ Länge erhalten. Bild 5a zeigt einen Illitkristall mit deutlicher Teilbarkeit nach (010), dem ein zweiter kleinerer Kristall unterlagert ist. Im Beugungsdiagramm überlagern sich die Interferenzbilder beider Kristalle (Bild 5b).

Die Aufnahmen zeigen, daß mit Hilfe der Feinbereichsbeugung im Elektronenmikroskop eine exakte Unterscheidung von Illit und Kaolinit auch bei gleicher morphologischer Ausbildung möglich ist und daß von der Elektronenbeugung eine weitere Aufklärung über die Struktur feinkristalliner Minerale erwartet werden kann.

Herrn Prof. Dr. H. E. SCHWIETE, dem Direktor des Instituts für Gesteinshüttenkunde der TH Aachen, danken wir für die Förderung der Untersuchungen, Herrn Dr. H. MÜLLER-HESE für wertvolle Diskussionen, der Deutschen Forschungsgemeinschaft für Überlassung von Röntgenapparaturen und Elektronenmikroskop. Die elektronenmikroskopischen Aufnahmen wurden im Gemeinschaftslaboratorium für Elektronenmikroskopie im Institut für Eisenhüttenwesen der TH Aachen von Frau Dipl.-Phys. BUTENUTH, für deren Hilfe wir ebenfalls danken, angefertigt.

Literatur

- (1) WEAVER, CH. E.: The distribution and identification of mixed-layer clays in sedimentary rocks. — *Amer. Miner.*, **41** (1956), 202—221.
- (2) RADZEWSKI, O. E. u. GOOSSENS, H.: Die kristallographische Orientierung von Mineralen auf Grund ihrer Elektronenbeugung. — *Optik*, **13** (1956), 307—313.
- (3) ECKHARDT, F. J.: Elektronenoptische Untersuchungen an Einkristallen aus tonigen Sedimenten. — *N. Jb. Miner., Mh.* **1958**, 1—17.
- (4) BRINDLEY, G. W. u. ROBINSON, K.: The structure of kaolinite. — *Miner. Mag.*, **27** (1946), 242—253.

- (5) PINSKER, Z. G.: Electron Diffraction, London 1953, T. 13, 283.
- (6) SUTO, E. u. UYEDA, N.: A Study of the Clay Minerals from Kurata Mine by the Elektron Micro-Diffraction Method. — Proc. Japan Acad., **32** (1956), 177—181.
- (7) STRUNZ H.: Mineralogische Tabellen, 3. Aufl., Leipz. 1957.
- (8) YODER, H. S. u. EUGSTER, H. P.: Synthetic and natural muscovites. — Geochim. Acta, **8** (1955), 225—280.
- (9) LEVINSON, A. A.: Studies in the Mica Group: Polymorphism among Illites and Hydrous Micas. — Amer. Miner., **40** (1955), 41—49.
- (10) GRIM, R. E., BRAY, R. H. u. BRADLEY, W. F.: The mica in argillaceous sediments. — Amer. Miner., **22** (1937), 813—829.
- (11) MAEGDEFRAU, E. u. HOFMANN, U.: Glimmerartige Mineralien als Tonsubstanzen. — Z. Krist., **98** (1938), 31—59.

Tab. 1. Elektronenbeugungsinterferenzen von Kaolinit.

hkl	A. 779 d (Å)	BRINDLEY d _{ber.} (Å)	PINSKER d _{beob.} (Å)	SUTO u. UYEDA d _{beob.} (Å)
020	4,43	4,460	4,435	4,44 ₇
110	4,40	4,361		4,22 ₁
110	4,40	4,323		
130	2,54	2,561	2,56	2,55 ₈
130	2,54	2,543		2,49 ₄
200	2,52	2,485		2,24
040	2,22	2,230	2,23	
220	2,21	2,178		
220	2,18	2,161		
150	1,675	1,686	1,68	1,67 ₅
150	1,670	1,676		1,65 ₃
240	1,670	1,666		1,62 ₄
240	1,664	1,654	1,49	1,49 ₂
310	1,664	1,631		1,43
310	1,664	1,627		1,27 ₈
060	1,470	1,487	1,29	1,22 ₇
330	1,470	1,452		
330	1,474	1,439		
260	1,274	1,280	1,235	
260	1,274	1,271		
400	1,274	1,243		
170	1,224	1,237	1,11	
170	1,221	1,232		
350	1,224	1,221		
350	1,221	1,210	1,015	
420	1,229	1,199		
420	1,218	1,194		
080	1,102	1,115	0,97	
440	1,109	1,089		
440	1,106	1,081		
280		1,021		
280	1,011	1,015		
370		1,015		
370	1,011	1,006		
190				
190	0,97	0,97		
460				
460	0,97			

Tab. 2. Elektronenbeugungsinterferenzen von Illit

hkl	A. 1105 d (Å)	GRIM c. s. d _{ber.} (Å)	MAEGDEFRAU u. HOFMANN d _{ber.} Illit (Å)
020	4,53	4,51	} 4,49
110	4,48	4,48	
130	2,60		} 2,59
200	2,58	2,580	
040	2,26	2,255	} 2,24 ₅
220	2,25	2,238	
150	1,696		} 1,69 ₅
240	1,694		
310	1,684		} 1,49 ₅
060	1,503	1,503	
330	1,498		} 1,29 ₅
260	1,293	1,30	
400	1,298	1,290	} 1,24 ₅
170	1,257		
350	1,249		
420	1,249		

Diskussionsredner: JAGODZINSKI, KUNZE.

Diskussionsbemerkungen:

KUNZE: Bei der Feinbereichsbeugung von Objekten mit nur submikroskopisch kristalliner Ordnung ist oft die Reflexverbreiterung beträchtlich und infolgedessen die Bestimmung der Gitterperioden aus den Reflexlagen beeinträchtigt, vor allem dann, wenn der Gradient des Strukturfaktors an diesen Stellen hohe Werte annimmt. Hinzu kommt, daß von reziproken Gitterebenen — in diesem Falle die (hk0) — die Plättchen nicht nur senkrecht, sondern entsprechend einer sphärischen Verteilung auch schräg durchstrahlt werden, wodurch eine zusätzliche Reflexverlagerung eintritt. Haben Sie diese Effekte bei Ihren Messungen eliminieren können?

Da es sich um Schichtstrukturen mit für diese typischen Fehlordnungserscheinungen handelt, können u. U. auch „Reflexe“ abseits von ganzzahligen reziproken Gitterpunkten (h, k) liegen, je nachdem wo der zugehörige Fehlordnungs-streak ($\parallel c^*$) die EWALD'sche Ausbreitungskugel durchsetzt. Wurde dies bei der Eliminierung berücksichtigt oder die Messung auf streak-freie Reflexe beschränkt? Aus der Verschiebung streak-hafter Reflexe von ganzzahligen (h, k) im Beugungsbild läßt sich — im Hinblick auf die erste Frage — ein Maß für die Durchstrahlungswinkel der Plättchen gewinnen.

RADCZEWSKI: Auf ein Eliminieren der in der ersten Frage genannten Effekte konnte verzichtet werden, weil eine Abschätzung ergab, daß die dadurch bedingten Fehler innerhalb der Meßfehlergrenzen liegen. Bei der Auswertung haben wir uns zunächst auf Reflexe mit ganzzahligen reziproken Gitterpunkten beschränkt.

S. RÖSCH (Wetzlar): **Photographische Verfahren zur Herstellung von Strukturmodell-Stereobildern und von mehrseitigen Ansichten kleiner Objekte.** (Mit 2 Abbildungen auf Tafel 4.)

1. Stereobilder sind ein gutes Anschauungsmaterial in Fällen komplizierter räumlicher Gebilde, besonders wenn die Originalobjekte am Ort der Demonstration nicht verfügbar oder zur direkten Vorführung zu klein oder zu groß sind. Zu solchen Fällen zählen u. a. Strukturmodelle kristallkundlicher oder molekülkundlicher Art, wenn man

etwa das sperrige Material nicht auf eine Vortragsreise mitnehmen kann, oder wenn man die Modelle einem größeren Auditorium vergrößert als Projektionsbild vorführen möchte. Bekanntlich kann man hierbei mittels des Polarisationsverfahrens auch farbphotographische Stereobilder projizieren.

Die Herstellung solcher Stereobilder, unbunt oder farbig, bietet an sich keine erwähnenswerten Probleme (wenn man hinsichtlich der Dimensionierung die physiologischen Gesetze des Raumsehens, z. B. die „Lüschersbedingung“ beachtet); ebenso ist die technische Seite der Projektion als grundsätzlich gelöst anzusehen.

Strukturmodelle u. a. Demonstrationsobjekte enthalten oftmals Stützteile, z. B. Drahtverbindungen, die aus rein mechanischen Gründen erforderlich sind. Manchmal erhöhen solche Bauteile die Anschaulichkeit; sie lassen etwa eine Elementarzelle betonen, können auch die Symmetrieverhältnisse, die Axen u. a. verdeutlichen. Oftmals wirken sie aber auch störend; es wäre dann erwünscht, sie unsichtbar zu machen.

Dies kann nun in folgender Weise geschehen. Man bemalt die wichtigen Teile des Modells (z. B. die Atome darstellenden Kugeln) mit fluoreszierenden Farben, wie sie heute in den Tagesleuchtfarben in guter Qualität und reicher Auswahl zur Verfügung stehen; das „störende“ Gestänge und Beiwerk dagegen wird mit schwarzer Rußfarbe gestrichen. Beleuchtet man nun im verdunkelten Zimmer das Modell mit ultravioletem Licht, wozu sich z. B. ausgezeichnet die sog. Schwarzglas-Leuchtstoffröhren eignen, so sieht man das Erwünschte in leuchtender Schönheit, während das Unerwünschte unsichtbar bleibt. Man muß nur darauf achten, daß letzteres nicht durch Schattenwurf oder durch Überdecken stört.

In dieser Situation kann nunmehr das Modell photographiert werden, wobei Farbfilm alle Schönheiten des natürlichen Anblicks bzw. alle Kennfarben (etwa für bestimmte Atomarten) wiedergibt. Natürlich muß dabei Vorsorge getroffen werden, daß das vagabundierende ultraviolette Licht nicht in die Kamera gelangt, daß aber alle Farben des sichtbaren Spektrums ungehindert photographiert werden können. Zwischen Objekt und Kamera muß also ein farbloses, jedoch UV-absorbierendes Filter angebracht werden. Das in der normalen photographischen Praxis übliche UVA-Filter (Schottglas GG 13) genügt, wie die Erfahrung zeigt, hierbei noch nicht. In der farbigen mikroskopischen Fluoreszenzphotographie werden meist kräftig gefärbte Filter verwendet¹); die Probleme liegen dort anders. Es wurde daher eine größere Anzahl handelsüblicher Filter durchprobiert. Als gut geeignet haben sich dabei erwiesen die Schottgläser GG 3 und GG 15; da beide aber selbst Fluoreszenz aufweisen, also als sekundäre Lichtquellen eine Trübung des Bildes ergeben würden, tut man gut, sie mit einem davorgesetzten GG 13-Filter zu kombinieren; jedes Glas kann dabei 2 mm stark sein. Die Belichtungszeit ergibt sich je nach Anordnung und Objektivblende in der Größenordnung von $\frac{1}{2}$ bis zu mehreren Minuten.

Dieses Verfahren ist natürlich sinnentsprechend auf manches andere Gebiet übertragbar (Maschinenmodelle, Planetarien, bewegliche Vorrichtungen bei kinemographischer Aufnahme u. a.). Auch lassen kombinierende Trickaufnahmen im Sinne ERNST MACHS, Summierung unterschwelliger photographischer Reize und andere Verfahren noch mancherlei Ausgestaltungen zu.

2. Beschrieben wird ferner ein Verfahren, von einem kleinen (am besten flachen) Objekt mit Dimensionen von etwa 1 bis 6 cm gleichzeitig Aufnahmen aus 3 aufeinander senkrechten Richtungen, die in einer Ebene liegen, zu machen, also z. B. von oben, von rechts und von links. Das Objekt wird dabei nahe der Schnittgeraden zweier rechtwinklig zueinander stehender Spiegel befestigt und aus der Richtung der Winkelhalbierenden des Spiegelwinkels photographiert. Dabei sieht man neben dem Originalbild des Objekts in jedem der beiden Spiegel zugleich ein Spiegelbild aus der gewünschten Blickrichtung. Das Verfahren hat sich sehr gut bei Aufnahmen von Münzen (von vorn, von hinten und von der Kante aus) sowie von alten Fibeln u. dgl. bewährt und wurde auch an Kristallen und kleinen Mineralstufen mit Erfolg erprobt. Natürlich lassen sich sowohl Schwarzweiß- als auch Farbaufnahmen machen.

Diskussionsredner: GRALLERT.

¹) HERMANN KÖLBEL, Z. wiss. Mikrosk., **63** (1956), H. 2, 103—106.

H. U. BAMBAUER (Zürich): Ein Verfahren zur direkten Messung der Auslöschungsschiefe monokliner Pyroxene und Amphibole.

Zwillinge nach (100) monokliner Kristalle von allgemeiner Schnittlage — es ist dabei vor allem an Pyroxene und Amphibole gedacht — lassen sich auf folgende Weise so orientieren, daß die Auslöschungsschiefe auf (010) unmittelbar gemessen werden kann.

1. Man stellt zunächst die Verwachsungsebene (100) senkrecht zur A_4 -Achse des U-Tisches, indem man erst ihre Schnittlinie mit der Schliffebene senkrecht zur A_4 stellt und dann solange um A_2 neigt, bis beide Teilindividuen bei der Drehung um A_4 stets einander gleiche Interferenzfarben beibehalten.

2. In der so eingestellten „symmetrischen“ Zone \perp (100) nimmt für Kristalle mit $Z\Lambda c = 35-55^\circ$, $2V_z = 45-65^\circ$ (häufigste Pyroxene) und $X\Lambda c = 85-65^\circ$, $2V_x = 60-100^\circ$ (häufigste Amphibole) der Winkel Z' (bzw. X') \wedge Spur von (100) auf (010) für den Wert $Z\Lambda c$ (bzw. $X\Lambda c$) ein Minimum an. Indem man durch schrittweises Drehen um A_4 und Messen des zugehörigen Auslöschungswinkels dieses Minimum aufsucht, läßt sich die Auslöschungsschiefe auf (010) unmittelbar bestimmen.

Der so beschriebene Vorgang entspricht einer Anwendung der RITTMANN'schen Zonenmethode für den monoklinen Fall. Bei geringem Zeitaufwand vermeidet das Verfahren weitgehend die Fehlerquellen bisher beschriebener Methoden und erreicht dadurch eine sehr befriedigende Genauigkeit, die durch die Anwendung von monochromatischem Licht und Halbschattenapparaturen noch gesteigert werden kann. Weiterhin erlaubt es die direkte Bestimmung von Zonarbau und Legendispersion.

Eine ausführliche Darstellung der Auslöschungsverhältnisse in der Zone \perp (100), deren Kenntnis Voraussetzung ist zur richtigen Anwendung des Verfahrens, eine Reihe von praktischen Beispielen, sowie die Diskussion von Anwendungsbereich und Genauigkeit werden in der Zeitschr. f. Krist. mitgeteilt werden.

F. KORNDER (Wetzlar): Brechungsindex-Messungen mittels einer einfachen Interferenzeinrichtung mit Kristall-Strahlenteiler.

Mittels einer einfachen Interferenz-Einrichtung, die im Prinzip bereits von Jamin angegeben wurde und sich ohne weiteres auf den Gebrauch am Polarisations-Mikroskop übertragen läßt, wurden Brechungsindizes an isotropen Körnerpräparaten gemessen.

Ein Bündel linear-polarisierter Strahlen wird durch ein vor dem Objekt befindliches planparalleles Plättchen eines einachsigen Kristalles, das unter 45° zur optischen Achse geschnitten ist, in zwei seitlich versetzte, senkrecht zueinander polarisierte Bündel aufgespalten. Ihre Schwingungsrichtungen werden mittels einer $\frac{\lambda}{2}$ -Platte um $\frac{\pi}{2}$ gedreht, so daß die beiden Bündel durch ein zweites auf die Frontlinse des Objektivs gekittetes Kristallplättchen, das mit dem ersten identisch und parallel zu diesem orientiert ist, wieder vereinigt werden. Dieses Plättchen bewirkt ein Doppelbild des Objektes. Da zwischen den das Objekt und das Umfeld durchsetzenden Strahlen ein Gangunterschied besteht, erscheinen beide Bilder in der durch den Gangunterschied der beiden Bündel bedingten Interferenzfarbe. Der Gangunterschied kann mittels eines der in der Polarisations-Mikroskopie üblichen Kompensatoren bestimmt werden. Falls die Dicke des Objektes und der Brechungsindex des Einbettungsmediums bekannt sind, ist der Brechungsindex des Objektes aus der Gangunterschiedsmessung einfach zu errechnen. Im allgemeinen ist jedoch die Dicke eines mikroskopischen Objektes nicht bekannt und auch nur mit relativ geringer Genauigkeit zu bestimmen. Der Einfluß der Dicke läßt sich jedoch durch eine zweite Messung mit einem Kompensator nach Änderung der Temperatur ausschalten. Der in diesem Falle in die Rechnung eingehende Brechungsindex des Immersions-Mediums und dessen Änderung mit der Temperatur ist ebenfalls mittels der Interferenz-Einrichtung zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurde auf den Objektträger eine Phasenkante bekannter optischer Dicke aufgedampft und die Differenz gegenüber dem Immersions-Medium im ungeheizten und aufgeheizten Zustand mittels eines Kompensators gemessen.

Der Vorteil einer derartigen Meßmethode besteht darin, daß es nicht notwendig ist, den Brechwert der Immersion an den des Objektes anzugleichen, was unter Umständen

ein mehrmaliges Auswechseln der Immersion und starkes Aufheizen notwendig macht. Infolge der großen Empfindlichkeit einer Interferenzeinrichtung genügt im allgemeinen eine geringe Temperaturänderung, um eine merkliche Änderung des Gangunterschiedes herbeizuführen und damit die Berechnung des Brechwertes zu ermöglichen.

Ausführliche Veröffentlichung zu späterem Zeitpunkt in LEITZ-Mitt. Wiss. u. Techn.

Diskussionsredner: PILLER, PADUROW.

Diskussionsbemerkung:

PILLER: Es wird darauf hingewiesen, daß die vorgetragenen Ergebnisse bereits aus mindestens 2 Arbeiten bekannt sind: beispielsweise

1. A. A. LEBEDEF: *Revue d'Optique*, **9** (1930), 385—413.

2. R. C. FAUST: *Quarterly Journal of Microscopical Science*, **97** (1956), 569—591.

Der Herr Vortragende wird gebeten, die von ihm erarbeiteten Fortschritte zu erläutern.

F. KORNDER (Wetzlar): Makro- und Mikroprojektion im polarisierten Licht unter Verwendung eines Kleinbild-Projektors.

Für die Makro- und Mikro-Projektion im polarisierten Licht wurde zum Leitz-Kleinbild-Projektor Prado ein besonderer Ansatz mit langen Führungsschienen gebaut, der anstelle des normalen Kleinbildansatzes an das Projektorgehäuse angesetzt werden kann. Der Projektor mit diesem Ansatz entspricht einer kleinen optischen Bank mit fester Lichtquelle, auf die für die mineralogische Projektion notwendigen Teile, wie Polarisatoren, drehbarer Objektisch, Objektiv-Halterung, Mikroskop-Tubus usw. aufgesetzt werden.

Da bei der mineralogischen Projektion das Erkennen und Unterscheiden von Farben von entscheidender Bedeutung ist, muß der von dem Projektionsschirm in das Auge des Beobachters eintretende Lichtstrom mindestens in der Größenordnung von 10^{-6} Lumen bis 10^{-4} Lumen sein, um die für das Farbsehen notwendigen Zäpfchen anregen zu können. Diese Forderung ist bei einer Makroprojektion (Abbildungs-Maßstab bis 1:100) sowohl im orthoskopischen als auch konoskopischen Strahlengang mittels der in der Kleinbild-Projektion benutzten lichtstarken Projektions-Objektive (z. B. $f = 10$ cm, 1:2,5) und einer normalen Projektions-Lampe (220 V, 250 W oder 50 V, 250 W) ohne weiteres zu erfüllen.

Diese im Verhältnis zur Bogenlampe großflächige Lichtquelle bei der Projektion im polarisierten Licht zu benutzen, ist ohne Schwierigkeiten möglich, da wir im Besitze von Polarisations-Filtern also Flächenpolarisatoren sind und somit nicht auf die engen Durchgänge von Kalkspat-Prismen angewiesen sind.

Bei einer Mikro-Projektion mittels der oben erwähnten Lampe wird die Frage der ausreichenden Helligkeit wesentlich kritischer. Da der Durchmesser der Austrittspupille eines mittelstarken Mikro-Objektivs etwa um den Faktor 10 kleiner ist als der des erwähnten Projektions-Objektivs, ergibt sich bei der Mikro-Projektion nur etwa 1/100 der Beleuchtungsstärke der Makro-Projektion (gleiche Verhältnisse vorausgesetzt).

In diesem Falle läßt sich jedoch durch Verwendung einer Niedervoltlampe (24 V, 250 W), die zwar eine verhältnismäßig kleine Leuchtfläche aber hohe Leuchtdichte hat (etwa 3000 Stilb), etwa der Faktor 3 in der Helligkeit gewinnen, so daß es möglich ist, mittels einer derartigen Anlage doppelbrechende Objekte bei gekreuzten Polarisatoren bis zu einem Abbildungs-Maßstab von 1:2000 zu projizieren.

Eine Steigerung der visuellen Helligkeit ist, falls es die Räumlichkeiten erlauben, durch Verwendung einer Silber- oder Perlwand zu erreichen. In Richtung der Projektionsachse ist der Reflexionskoeffizient einer derartigen Wand etwa um den Faktor 3,5 größer als der einer normalen weißen Wand, nimmt jedoch mit wachsendem Winkel erheblich ab und erreicht bei etwa 20° den Reflexionskoeffizienten der normalen weißen Wand.

Ausführliche Veröffentlichung zu späterem Zeitpunkt in LEITZ-Mitt. Wiss. u. Techn.

A. SCHRÖDER (Hamburg): Näherungsmethode zur Ermittlung der Orientierung der optischen Indikatrix in triklinen Kristallen.

Bei Verzicht auf präzise Lichtbrechungsmessungen kann an die Stelle der Dreiprismenmethode ein Näherungsverfahren treten. Hierbei wird zuerst mit dem Universal-drehtisch die Orientierung der optischen Indikatrix angenähert bestimmt. Ein rechtwinkliger Quader mit den Kanten parallel diesen Näherungsrichtungen für die drei Hauptachsen zeigt noch Auslöschungsschiefen, deren Werte mit Korrekturformeln modifiziert die noch bestehenden Abweichungen von der auf 5 Bogenminuten genauen Orientierung angeben.

Diskussionsredner: ROSE.

H. HARDER (Braunschweig): Beitrag zur Geochemie des Bors. (Mit 1 Abbildung im Text.)

Die Grundlagen der Geochemie des Bors sind von V. M. GOLDSCHMIDT und PETERS geschaffen worden. Die von ihnen angegebenen Werte sind jedoch nur als größenordnungsmäßige Angaben zu betrachten, da sie durch Verdampfen von Analysensubstanzen aus Kupferelektroden gewonnen worden sind und man so mit vielen unkontrollierbaren Fehlern rechnen muß; Fehlern, die in der Größenordnung einer halben Zehnerpotenz liegen können. Aus diesem Grunde schien es angebracht, die Geochemie des Bors einer neuen Bearbeitung zu unterziehen und hierbei u. a. zu fragen, in welchen Mineralen das Bor der Gesteine zu finden ist. — Möglich war die Bearbeitung durch im Handel erhältliche borfreie Spektralkohlen (United Carbon Prod. Bay City USA.). Bisher enthielten normale Spektralkohlen selbst sehr viel Bor und waren so für diese Analysen ungeeignet. Durch anodisches Verdampfen (nicht wie bisher kathodisch) der Analysensubstanzen konnte die Nachweisbarkeitsgrenze für Bor bis auf 0,1 g B/t herabgesetzt werden. Zur quantitativen Bestimmung eines Elementes muß den Analysensubstanzen ein Eichelement zugesetzt werden, das in Anregungsbedingungen und Ionisationsspannung dem zu prüfenden Element recht ähnlich ist. Für die quantitative Bestimmung des Bors erwies sich das Beryllium als geeignet. Es wurden daher allen Proben 0,1% BeO zugemischt und photometrisch über eine Schwärzungskurve das Intensitätsverhältnis der Beryllium-Linie 2494,73 Å zu den Borlinien 2497,73 Å und 2496,73 Å ermittelt. Aus dem Intensitätsverhältnis wurde dann auf Grund von Eichkurven auf den Borgehalt geschlossen. Bei der Ermittlung der Eichkurve, die durch Verdampfen von B₂O₃-Mischungen (B₂O₃ Glas oder Turmalin) gewonnen wurde, zeigte sich, daß die Lage der Kurve sich ändert, wenn man anstelle von Quarz andere Grundsubstanzen verwendet. Bei alkalihaltigen Grundsubstanzen nimmt die Intensität der Borlinien stärker ab als die der Beryllium-Linie, und zwar verschiebt sich das Intensitätsverhältnis bei Muskowit um 20, bei Orthoklas um 58 und bei CaCO₃ als Grundsubstanz um 50%. Durch die Unsicherheit in der Wahl der Eichkurve möchte ich den mittleren Fehler der Einzelmessungen erhöhen und für die absolute Genauigkeit einen Fehler von $\pm 15\%$ angeben.

Bei der Untersuchung von Mineralen und Gesteinen zeigte sich, daß das Bor je nach Entstehungsbedingungen auch innerhalb eines Vorkommens starken Schwankungen unterworfen sein kann. Eine Tatsache, die vor allem durch die Flüchtigkeit von Bor in Wasserdampf zu erklären ist. Der Borgehalt von Insel-, Gruppen- und Kettensilikaten ist recht gering und liegt meist bei einigen g B/t. Lediglich Vesuviane (3–180 g B/t) fallen durch höhere Gehalte auf. Unveränderte Feldspäte liegen zum Teil mit ihren Borwerten unter der Nachweisbarkeitsgrenze der angewandten Methode. Höhere Borgehalte können blättchenförmige Minerale, vorwiegend die hellen Glimmer, haben: Paragonite (50–200 g B/t) verschiedenster Vorkommen; bei pegmatitischen Muskowiten ist der Gehalt sehr unterschiedlich (10–500 g B/t). Extrem hohe Werte können sericitische Glimmer haben (2000 g B/t oder 0,6% B₂O₃), die häufig durch Zersetzung von Feldspäten entstanden sind. Bei den Illiten, deren Gehalt auch sehr hoch ist, sind feinkörnige Proben borreicher als grobkörnige. Biotite (1–5 g B/t) haben im Gegensatz zu den hellen Glimmern geringe Gehalte. Kaölinit (um 20 g B/t) und Montmorillonit (um 30 g B/t) zeichnen sich durch mittlere Gehalte aus. Chrysotil und Antigorit (15–160 g B/t) sind unter den basischen Silikaten als extrem borreich zu bezeichnen.

Bei den Eisensilikaten zeichnen sich die Glaukonite durch sehr hohe Borgehalte (um 600 g B t) aus, während Chamosite (25–80 g B t) geringere Werte zeigen. — Untersuchte Quarzproben zeigen Werte, die zwischen 0,0–30 g B t liegen. Gesteinsbildende Quarze liegen in den meisten Fällen mit ihrem Borgehalt um 1 g B t (Ausnahme die Hexaeder aus Porphyry von Auerberg Harz, ~ 30 g B t). Gefärbte Varietäten des SiO_2 zeigen ähnliche Gehalte, können aber, wie z. B. die Amethyste von Bahia (34 g B t) und wie viele Achate recht hohe Gehalte aufweisen. Eine Parallelität der Intensität der Amethystfarbe und des Borgehaltes konnte nicht festgestellt werden.

Bei den magmatischen Gesteinen war zu fragen, in welchen Mineralen der Borgehalt zu finden ist. Die Frage also, ob der z. T. recht hohe Borgehalt der sauren Tiefengesteine durch Turmalin zu erklären ist oder ob die gesteinsbildenden Minerale durch einen Spurenelementgehalt an Bor wesentlich zum Gesamtbor der Gesteine beitragen. Durch Gehaltsbestimmungen an reinen Fraktionen der gesteinsbildenden Minerale und durch Auszählen des Turmalin-Anteils konnte gezeigt werden, daß der Borgehalt der Granite nur zu einem Teil durch Turmalin zu erklären ist. So waren z. B. in drei verschiedenen Biotitgraniten des Harzes mit einem Borwert von 17, 26 und 46 g B t nur 0, 10 und 34 % des Bors auf einen Turmalingehalt zurückzuführen. Ebenso konnte in den borreichen Graniten von Ruhla (Thür. Wald) (85, 79 und 47 g B t) praktisch kein Turmalin nachgewiesen werden. Der wesentliche Teil des Bors dieser Granite ist in den Plagioklasen zu finden, die von feinkörnigen natriumhaltigen Muskowiten durchsetzt sind und die für den Borgehalt dieser Granite verantwortlich zu machen sind. Die anderen Minerale, wie Orthoklas, Biotit und Quarz sind für den Gesamtborgehalt der Granite von geringerer Bedeutung. — Interessant sind die Granitanalysen verschiedenster Vorkommen durch die Tatsache, daß ihre Borwerte über zwei Zehnerpotenzen schwanken können (0,7–85 g B t), dabei handelt es sich um repräsentative Proben und nicht um abnorme Turmalinisierung. Die erhöhten Borgehalte der verschiedenen Granite lassen sich durch folgende Vorgänge erklären:

1. Assimilation von Sedimentmaterial, z. B. bei den Ruhlaer Graniten.
2. Anreicherung von Bor als leicht flüchtiger Bestandteil in den Randzonen der Granitmassive, z. B. sind die Granite aus der Randzone des Brockengranits mit 40 g B t wesentlich reicher an Bor als Proben vom Brocken selbst (13 g B t).
3. Eine weitere Möglichkeit für eine Boranreicherung kann durch ein zeitlich aufeinander folgendes Auskristallisieren von Teilen eines Magmas erfolgen. So sind die später gebildeten Muskowitgranite borreicher als die meist früher ausgeschiedenen Biotitgranite (Serra da Estrela, Portugal).

Durchschnittswerte sind bei den wechselnden Borgehalten der Granite schwer anzugeben. Der für die geochemische Häufigkeit des Bors bisher angenommene Wert (3 g B t entsprechend 0,001 %, B_2O_3) beruhte im wesentlichen auf der qualitativen Abschätzung des Bors in der Mischung von 14 deutschen Graniten (Probe NÖLL) durch V. M. GOLDSCHMIDT. Die quantitative Nachuntersuchung der Originalprobe ergab mit 14 g B t einen wesentlich höheren Wert. Eine Mischung von 9 sächsischen Graniten (25 g B t) enthielt ebenso wie die schon erwähnten Granite des Harzes und weitere Einzelbestimmungen höhere Werte. Wie weit man jedoch an dem deutschen Material gewonnene Erfahrungen als repräsentativ für die gesamte Erdrinde ansehen kann, ist sehr fraglich. Die deutschen Granite liegen meist in der mehr oder weniger weiten Kontaktzone der Sedimente, und ihre Borwerte sind so als zu hoch anzusehen. Auf Grund der skandinavischen (4 g B t), amerikanischen 1,2 g B t und indischen (7,5 g B t) Granitanalysen und Angaben aus der Literatur (S. OKADA, japanische Granite) möchte ich glauben, daß der Mittelwert für die geochemische Häufigkeit der Granite und ebenso der Granodiorite nahe bei 10 g B t liegt.

Saure Ergußgesteine, wie Quarzporphyre und Liparite, zeigen noch stärker schwankende Borgehalte, die im Mittel (30 g B t) allem Anschein nach wesentlich höher sind als die der Granite. Der Borgehalt der Durchschnittsmischung von Obsidianen (73 g B t, Probe von ENGELHARDT) ist durch den hohen Borgehalt der Proben der Liparischen Inseln (143 g B t) zu erklären. Obsidiane (6 g B t) sowie Liparite (0,6 g B t) von Island zeigen wesentlich niedrigere Gehalte als die gleichen Gesteine von den Liparischen Inseln. Intermediäre Gesteine, wie Syenite und Nephelinsyenite (9 g B t), Diorite (14 g B t), Phonolithe (5 g B t) und Andesite (20 g B t) haben im Durchschnitt etwas geringere Borwerte als die sauren Tiefen- und Ergußgesteine.

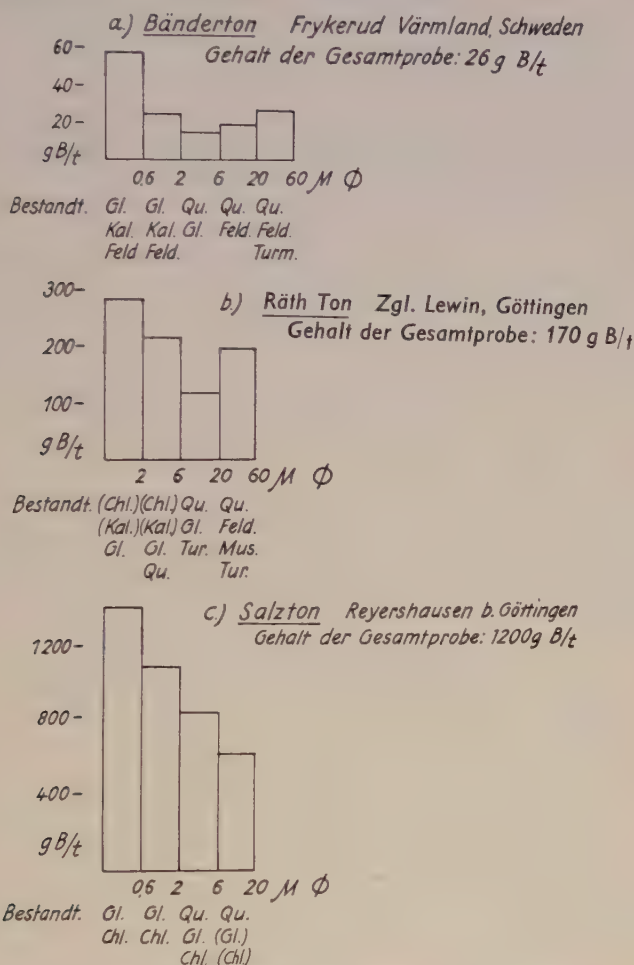
Basische Gesteine enthalten weniger Bor und zeigen weltweit nahezu einheitlich niedrige Borwerte: Eine Mischung indischer Deccanbasalte 6 g B/t, isländische Basalte 5,3 g B/t, Plateaubasalte der USA 3 und 4,5 g B/t und Basalte aus dem Göttinger Raum (Bramburg 5,3, Backenberg \sim 6, Blaue Kuppe bei Eschwege 6,5). Nur sehr wenige Basalte haben abweichende Werte (Backenberg b. Göttingen Nr. 5; 2,2 g B/t). Frische unveränderte Gabbros zeigen ebenso niedrige Borwerte: Durchschnittsmischung von 11 deutschen Gabbros 6,5 g B/t. Eigentliche Bormineralie wie Datholith, Axinit, die in basischen Gesteinen lokal eine Rolle spielen können, werden sich bei dem geringen Borgehalt nicht bilden können. Das Bor ist gleichmäßig auf die verschiedenen Minerale verteilt. Erhöhte Borgehalte in basischen Gesteinen sind durch Sedimentaufnahme (Gabbro, Bad Harzburg 20 g B/t) oder durch eine Serpentinisierung (Pikrit, Hessen 22 g B/t) zu erklären.

Tiefen- und Ergußgesteine unterscheiden sich durch die Höhe ihres Borgehaltes. Zur quantitativen Abschätzung der geochemischen Häufigkeit dieser beiden Gesteinsgruppen wurden die Angaben der Gesteinshäufigkeit von Daly für Nord-Amerika verwandt. Es errechnet sich mit den Analysendaten dieser Arbeit für die Tiefengesteine ein Borgehalt von 9,5 g B/t; während die Ergußgesteine, auf Grund des hohen Gehaltes der Rhyolithe und der Andesite, mit 17 g B/t etwa doppelt so viel Bor enthalten. Unter der Annahme einer Beteiligung der Ergußgesteine von 10–20% an den magmatischen Gesteinen innerhalb der Erdrinde errechnet sich die geochemische Häufigkeit der magmatischen Gesteine zu etwa 10 g B/t.

Der unterschiedliche Borgehalt von Meerwasser (4,8 mg B/l) und normaler limnischer Wässer (etwa 2 Zehnerpotenzen niedriger) spiegeln sich zu einem Teil auch in dem Borgehalt der aus diesen Gewässern abgelagerten Sedimenten wider. Eine Tatsache, auf die vor allem St. LANDERGREN hingewiesen hat. — Es entstand so die Frage, von welchen Faktoren der Borgehalt der tonigen Sedimente abhängig und in welchen Mineralen das Bor zu finden ist. Um diese Frage zu klären, wurden die Tone in Abhängigkeit von der Korngröße untersucht. Dabei zeigte sich, daß der Borgehalt in den Tönen sehr stark von der Korngröße abhängig und daß in den feinsten und den größeren Fraktionen ein höherer Borgehalt festzustellen ist (s. Abbildung). Das Bor in den größeren, sandigen Fraktionen ist zu einem Teil auf einen Turmalingehalt zurückzuführen. In den feinkörnigeren Fraktionen, deren Mineralbestand röntgenographisch ermittelt wurde, und wo so auf Grund der Nachweisbarkeitsgrenze dieser Methode eigentliche Bormineralie bei diesen Gehalten nicht festzustellen sind, mußte versucht werden, auf Grund von chemischen Unterschieden den wahrscheinlichen Borträger festzustellen. Mit Ausnahme der Salztone war bei normalen marinen Tönen nur ein geringer Teil (meist einige Prozent) des Bors als wasserlöslich vorhanden. Salzsäurelösliche Borate und Turmalin, der in Flußsäure im Gegensatz zu den Tonmineralen unlöslich ist, konnten auf Grund dieser chemischen Unterschiede ausgeschlossen werden. Das Bor der feinkörnigen Fraktionen wird so an die Tonmineralie gebunden sein. Durch Vergleich von Proben verschiedener mineralogischer Zusammensetzung konnte sehr wahrscheinlich gemacht werden, daß der Illit für diese verschiedenen hohen Borgehalte verantwortlich zu machen ist. Je nach Milieu des Bildungsraumes wird der Borgehalt der Illite recht unterschiedlich sein. In den Salztönen werden sie bis 2000 g B/t $\varnothing < 0,6 \mu$ in normalen marinen Tönen um 300 g B/t und in den limnischen schwedischen Diluvialtönen, bei denen es sich um umgelagerte magmatische und metamorphe Glimmer handelt, etwa 60 g B/t enthalten.

Da Tone sehr häufig wieder aus Tönen durch Umlagerung entstehen, ergibt es sich, daß der Borgehalt der Sedimente nicht immer die Salinität des Wassers der Ablagerungsräume widerspiegelt. Dies zeigt sich recht deutlich bei der Untersuchung von Diluvialtönen verschiedener Vorkommen. Je mehr mesozoisches Material durch die Tätigkeit der Gletscher vom Untergrund aufgenommen und umgelagert wurde, desto höher werden die Borgehalte der Diluvialtone sein. In Schweden enthalten sie 26 g B/t, während man bei Bilshausen nördlich Göttingen an Material, das größtenteils aus dem Buntsandstein stammt, 220, 190 und 120 g B/t in der Gesamtprobe feststellte. Die während der Umlagerung und der Diagenese zur Verfügung stehende Zeit langte nicht, um borreiche in wesentlich borärmere Töne umzuwandeln. Außer von der Salinität des Wassers ist die Umbildung eines Tones auch von der Temperatur abhängig. So enthalten die während einer Kaltzeit (Elstereiszeit nach LÜTTIG) umgelagerten Diluvial-

tone von Bilshausen noch wesentlich mehr Bor ($\varnothing < 0,6 \mu$ 360 g B/t) als die während des Cromer Interglazials ($\varnothing < 0,6 \mu$ 220 g B/t) zur Ablagerung gelangten Proben des gleichen Einzugsgebietes.



Bor-Gehalt der Korngrößenfraktionen eines limnischen, eines marinen und eines Salz-Tones.

(Zeichenerklärung: Gl. = Glimmer bzw. Illit, Mus. = Muskowit, Chl. = Chlorit, Kal. = Kaolinit bzw. Chlorit, Feld. = Feldspat, Qu. = Quarz, Tur. = Turmalin.)

Der Borgehalt von Tonen ist so abhängig von der Salinität des Wassers, von der Korngröße, dem Mineralbestand und nicht zuletzt von der Herkunft des Materials. — Nur wenn diese Voraussetzungen, vor allem die Korngleichheit und gleiches Einzugsgebiet vorliegen, ist es möglich, durch Vergleich des Borgehaltes verschiedener Schichten einer Sedimentserie einen Anhalt für eine limnische oder marine Fazies während der Zeit der Sedimentation zu erhalten (BRINKMANN und DEGENS und neuerdings ERNST, KREJCI-GRAF und WERNER). — Als Mittelwert für einige deutsche Tone können folgende Werte angegeben werden:

Algonkische Tonschiefer	65 g B/t
Paläozoische Tonschiefer	(Durchschnittsmischung 36 Proben) 95 "
" "	(8 Einzelbestimmungen ohne Salztonen) 90 "
Mesozoische Tone	(Einzelbestimmungen, geringe Berücksichtigung von Buntsandsteintonen) 150 "
Rezente Tiefseesedimente im Mittel 250 "
Mittelwert der Tone und Tonschiefer 100 g B/t

Der etwas geringere Borgehalt der geologisch älteren Sedimente ist durch die beginnende Diagenese der Tone zu erklären und wahrscheinlich nicht durch einen unterschiedlichen Borgehalt im Meerwasser. GOLDSCHMIDT glaubte auf Grund unrichtiger Analysen eine Verarmung des Meerwassers an Bor zu erkennen.

Erhöhen kann sich der Borgehalt der Sedimente etwas durch einen sehr hohen Kohlenstoffgehalt (Kupferschiefer 240 g B/t). Erniedrigt werden die Borgehalte der Tone durch kalkige und sandige Anteile. Der Borgehalt der Kalke geht in allererster Näherung mit dem Tonanteil parallel. Mineralogisch überwiegt in dem unlöslichen Rückstand der marinen Tone der Illit; kaolinitische Proben zeigen geringere Borgehalte. In einigen limnischen Kalken, in denen im unlöslichen Rückstand Montmorillonit Hauptbestandteil ist, sinkt der Borgehalt sehr stark ab.

Durchschnittsgehalte einiger Kalke:

Devon	(Durchschnittsmischung von 32 Proben)	
	(Proben von ENGELHARDT)	25 g B/t
Jura	" 45 "	20 "
Kreide	" 16 "	35 "
Dolomite	(6 Einzelbestimmungen)	28 "
Mittelwert der Kalke	20 g B/t

In den Sanden ist der Borgehalt durch einen Turmalinanteil, durch Glimmer oder durch einen Gehalt an sericitischem Plagioklas (Buntsandstein) zu deuten.

Durchschnittsgehalte einiger Sande:

Karbonsandsteine	(Durchschnittsmischung von 11 Proben)	
	(Proben von ENGELHARDT)	35 g B/t
Buntsandsteine	" 22 "	40 "
Kreidesandsteine	" 11 "	25 "
Mittelwert der Sandsteine	35 g B/t

Zur Berechnung der geochemischen Häufigkeit des Bors in den Sedimenten sind die von V. M. GOLDSCHMIDT und W. v. ENGELHARDT angegebenen Zahlen für die Häufigkeit der verschiedenen Sedimente verwandt worden: Mit 85 g B/t ergibt sich ein Wert, der etwa 5mal höher ist als der der magmatischen Gesteine.

Metamorphe Prozesse sind sehr häufig mit der Verringerung des Borgehaltes verbunden. Recht deutlich zeigte sich dies bei der Kontaktmetamorphose: z. B. wurde der Borgehalt von Buntsandsteintonen (165 g B/t) durch eine starke Kontakteinwirkung des Basalts der Blauen Kuppe bei Eschwege auf 32 g B/t herabgesetzt. Bei diesen Prozessen werden die Tonminerale instabil, das Bor wird frei, und kann mit dem Wasserdampf wegtransportiert werden. — Tiefengesteine haben auf Grund des größeren Wärmeinhalts der Plutone eine weiterreichende Kontaktwirkung, die das Bor vom inneren in den äußeren Kontakthof transportiert. So ist der Borgehalt der Tonschiefer (unverändert 70 g B/t) bei der Kontakteinwirkung des Brockengranits auf 15–45 g B/t herabgesetzt worden und dieses frei gewordene Bor in den weiter entfernten schwach metamorphen Tonschiefern (140–750 g B/t) konzentriert worden und nicht, wie man früher glaubte, vom Granit aufgenommen worden.

Auch regionalmetamorphe Gesteine haben z. T. einen recht geringen Borgehalt (Ausnahme Glimmerschiefer). Dabei ist es bei einigen Vorkommen möglich, an einem höheren bzw. tieferen Borgehalt zwischen Para- oder Orthomaterial zu unterscheiden. Der extrem niedrige Borgehalt einiger Granitgneise bzw. schwach metamorpher Granite, lassen vermuten, daß das Bor, welches in den sericitischen Glimmern gebunden war, mobilisiert wurde und nicht mehr in dem Gestein zu finden ist.

Diese referierte Arbeit, die im Mineralogischen Institut der Universität Göttingen ausgeführt wurde, wofür ich Herrn Professor CORRENS auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank aussprechen will, soll in den Nachrichten der Akademie der Wissenschaft zu Göttingen erscheinen. Genauere Angaben über die besprochenen sowie über weitere Vorgänge (z. B. über den Kreislauf) und die Literaturhinweise finden sich in der erwähnten Veröffentlichung.

Diskussionsredner: REIN, EIGENFELD, WERNER, SEIFERT.

Diskussionsbemerkung

SEIFERT: Die Selektivität der Verteilung des Bors in den Mineralien legt wie in anderen Fällen auch hier die Frage nahe, ob eine und welche kristallchemische Begründung etwa dafür gegeben werden kann.

H. STRUNZ (Berlin-Charlottenburg): **Tsumeb, seine Erze und Sekundärminerale, insbesondere der neu aufgeschlossenen zweiten Oxydationszone.** (Mit Tafeln 5 und 6 sowie 8 Abbildungen im Text.)

Neben Ausführungen über den Mineral- und Gesteinsverband sowie über die bauwürdigen Primärerze und Sekundärminerale dieser wirtschaftlich wichtigen Kupfer-Blei-Zink-Lagerstätte wurden folgende, im Bereich der zweiten Oxydationszone (von 820 bis ca. 1000 m Teufe) neu bekanntgewordenen Mineralien behandelt.

Gallit, CuGaS_2 , tetragonal und isotyp mit Kupferkies, CuFeS_2 ; $a_0 = 5,25$, $c_0 = 10,32$ Å, $c_0/a_0 = 1,966$, $Z = 4$ (s. H. S., B. H. GEIER und E. SEELIGER, N. Jb. Miner., Mh. 1958, in Druck). Die Dichte ist 4,40, die Härte 3 bis 3,5, die Farbe grau und der Glanz metallisch. Gallit tritt in Form von Entmischungslamellen in Zinkblende und in selbständigen Mineralkörnern im Germanit und Reniérit auf (Tafel 5, Abb. 1 und 2). Das Reflexionsvermögen im Anschliff beträgt in Luft rund 26%, in Öl rund 13%. Die chemische Analyse ergab im Durchschnitt 28,9% Cu, 32,3% Ga und 27,9% S. Eine gelegentlich beobachtbare stark anisotrope Zerfallskomponente von Gallit ist vielleicht Idait, Cu_5FeS_8 (G. FRENZEL, 1958), oder ein analoges CuGa -Sulfid.

„Mineral S'“, im Erzmikroskop pyritartige, hochreflektierende winzige Kriställchen, mit deutlicher tetragonaler Spaltbarkeit (Tafel 6, Abb. 3). Das Reflexionsvermögen in Öl liegt bei 50%; die Härte ist $3\frac{1}{2}$ —4. Eine vorläufige Spektralanalyse ergab die Anwesenheit von Ge und Ni sowie wenig Cu und Fe in sulfidischer Bindung. Eine Pulveraufnahme ließ sich tetragonal mit $a_0 = 6,70$, $c_0 = 9,53$ Å indizieren; die Röntgendiffraktionswerte sind: 4,82 (3), 3,34 (3), 2,96 (7), 2,87 (8), 2,38 (5), 1,93 (2), 1,86 (2), 1,82 (2), 1,68 (6), 1,54 (10), 1,46 (1), 1,43 (1). Die Pulveraufnahmen lassen enge Analogien zu Linneit $(\text{Co}, \text{Ni})_3\text{S}_4$ (mit Spinellstruktur) erkennen; Linienaufspaltungen gegenüber Linneit weisen jedoch auf eine tetragonal deformierte Struktur hin, so daß möglicherweise Isotypie mit Hausmannit Mn_2MnO_4 besteht. Es wird z. Z. versucht, Substanzen der Formel $(\text{Ni}, \text{Cu})_2\text{GeS}_4$ u. a. synthetisch herzustellen sowie Analysenmaterial zu präparieren.

Reniérit, $\text{Cu}_3(\text{Fe}, \text{Ge})\text{S}_4$, wurde von VAES (1948) als neues Mineral von der Kipushi Mine in Belgisch Kongo beschrieben und von SCLAR & GEIER (1957) erstmalig in Tsumeb identifiziert, wo es in großer Menge auftritt. Reniérit kristallisiert entgegen der bisherigen Auffassung nicht kubisch, sondern tetragonal-pseudokubisch und dürfte isotyp mit Luzonit Cu_3AsS_4 sein. Germanit, $\text{Cu}_3(\text{Ge}, \text{Fe})\text{S}_4$, als neues Mineral bekanntlich bereits von PFUHL an der Technischen Hochschule Berlin 1922 beschrieben, entspricht strukturell der kubischen Modifikation von Cu_3AsS_4 , also dem Temantit (DE JONG 1930). Germanit von Tsumeb bildet im Anschliff mitunter schöne idiomorphe Kriställchen von tetraedrischer Symmetrie (Tafel 6, Abb. 4). Die „Dimorphie“ Germanit-Reniérit (wahrscheinlich auf den unterschiedlichen Fe-Gehalt zurückgehend) ist röntgenographisch und erzmikroskopisch eindeutig feststellbar; über die Stabilitätsbeziehungen werden z. Z. in unserem Institut experimentelle Arbeiten an synthetischem Material durchgeführt.

Stottit (H. S., G. SÖHNGE und B. H. GEIER, 1958), $\text{FeGe}(\text{OH})_6$, kristallisiert tetragonal mit $a_0 = 7.55$, $c_0 = 7.47$ Å, $c_0/a_0 = 0.989$, $Z = 4$; die Raumgruppe ist $C_{4h}^2-P4_2/n$. Die Synthese ist bisher nicht gelungen, doch geben synthetisches $\text{FeSn}(\text{OH})_6$ und $\text{MnSn}(\text{OH})_6$ analoge Röntgendiagramme; weitere oxydische wie sulfidische Germanium-Verbindungen werden synthetisiert. Nachtrag bei der Korrektur (1. 6. 1959): Die volle Strukturbestimmung bestätigt, daß Stottit ein Hexahydroxogermanat obiger Formel ist (H. STRUNZ und M. GIGLIO, Die Naturwiss., in Druck).

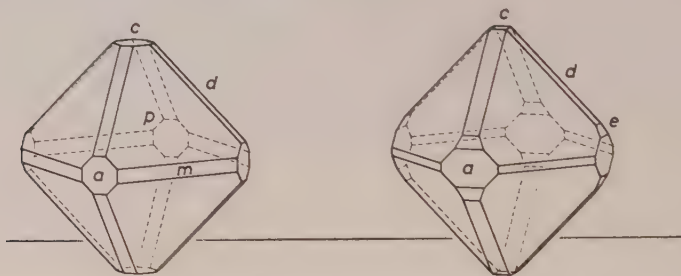


Abb. 5 u. 6. Stottit von Tsumeb, 30. Sohle (H. S., G. SÖHNGE und B. H. GEIER 1958).

Reinerit (B. H. GEIER und K. WEBER, N. Jb. Miner. Mh. 1958), $\text{Zn}_3[\text{AsO}_3]_2$, kristallisiert rhombisch-pseudohexagonal mit $a_0 = 6.09$, $b_0 = 14.40$, $c_0 = 7.80$ Å, D_{2h}^3 , $Z = 4$ (G. u. W.). In unseren Aufsammlungen von der 30. Sohle befinden sich zwei Kristalle von Reinerit, der eine in einem Hohlraum im Renierit, gemeinsam mit Nadelchen von Mimetesit, der andere dicht eingewachsen in Tennantit. Es sind die Formen $\{110\}$, $\{010\}$ und $\{011\}$ vorhanden; die Flächen sind spiegelnd glatt.

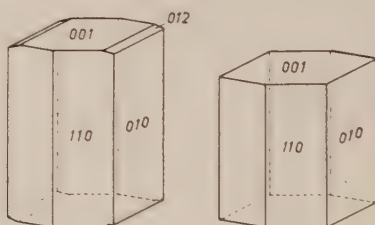


Abb. 7 u. 8. Reinerit von Tsumeb, 30. Sohle (Abb. 7 nach GEIER und WEBER 1958).

Cuproadamin, $(\text{Zn}, \text{Cu})_2[\text{OH AsO}_4]$, braune Farbvarietät, $\text{Zn}:\text{Cu}$ nahe 1:1, ergab bei rhombischer Symmetrie $a_0 = 8.42$, $b_0 = 8.40$, $c_0 = 5.99$ Å, $n_\alpha \sim 1.654$, $n_\beta = 1.755$, $r > v$, \ominus . Die morphologische Entwicklung entspricht Abb. 9 u. 10. Cuproadamin kommt meist in grünen und graugrünen Farbvarietäten vor.

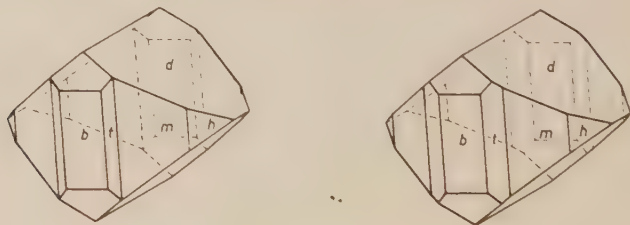


Abb. 9 u. 10. Brauner Cuproadamin. Tsumeb, 30. Sohle.

Könichaleit, $\text{CaCu}[\text{OH AsO}_4]$, teils in wohlentwickelten rhombisch-disphenoidischen Kriställchen von hellgrüner bis olivgrüner Farbe (Abb. 11), teils in kleinen grünen Warzen auf Dioplas bzw. Calcit, teils in hellgrünen bis olivgrünen derben Krusten in Paragenese mit epidotfarbenem Olivenit und blaugrauem Cuproadamin. $a_0 = 5,84$, $b_0 = 9,22$, $c_0 = 7,41$ Å; $a_0:b_0:c_0 = 0,633:1:0,804$. Beobachtete Formen: $\{110\}$, $\{111\}$ (rauh), $\{011\}$ (glatt), $\{021\}$ und $\{010\}$.

„Mineral R“, licht rosafarben, durchsichtig, Spaltbarkeit nach zwei Pinakoiden; wahrscheinlich triklin, $a_0 = 7,69$, $b_0 = ?$, $c_0 = 6,59$; $n_\alpha = 1,583$, $n_\beta \sim 1,62$, $n_\gamma = 1,633$. Löslich in HCl, gibt mit Ammonmolybdat einen gelben Niederschlag. Nach der vorläufigen spektrographischen Untersuchung handelt es sich um ein Kupfer-Zink-Arsenat.

Zinklavendulan, $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Cu}, \text{Zn})_5[\text{Cl}](\text{AsO}_4)_4 \cdot 4-5\text{H}_2\text{O}$, bildet blaue, sehr gut spaltbare rhombische Kristalle mit $a_0 = 9,87$, $b_0 = 38,7$, $c_0 = 9,99$ Å (vor allem b_0 sehr verschieden von Zn-freiem Lavendulan). Pulveraufnahmen sind nur in der Intensität der Linien von einer Sampleit-Aufnahme verschieden. Das Zink wurde spektrographisch als relativ reichlich anwesend nachgewiesen.

Claudetit, monoklines As_2O_3 , bildet biegsame farblose bis weiße Plättchen von 1–3 mm Größe mit vollkommener Spaltbarkeit nach der Plättchenebene (010). Die Plättchen sublimieren beim Erhitzen und kondensieren sich zu winzigen, unter dem Mikroskop erkennbaren Oktaedern von „Arsenolith“. $a_0 = 5,3$, $b_0 = 13,0$, $c_0 = 4,56$ Å, $\beta \sim 94^\circ$.

Zinkrosasit, $(\text{Zn}, \text{Cu})_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$, mit dem atomaren Verhältnis $\text{Zn}:\text{Cu} = 58,60:51,94$, also mit mehr Zn als Cu, während in den bisherigen Rosasiten stets das umgekehrte Verhältnis vorlag. Zinkrosasit ist fast weiß, mit einem Stich ins lichtbläuliche, besitzt faserige, z. T. radialfaserige Textur. Die Härte ist sehr gering, etwa 1; es läßt sich mit dem Fingernagel leicht ritzen und schaben. Die Röntgen-d-Werte sind von Malachit deutlich, von Rosasit wenig verschieden. Ein von lichtgrünem Zinkspat überkrustetes Mineral ist aufgelöst worden und an dieser Stelle hat sich Zinkrosasit gebildet. Mit dem Zinkspat etwa gleichzeitig entstandener Azurit und Cerussit zeigen Auflösungserscheinungen.

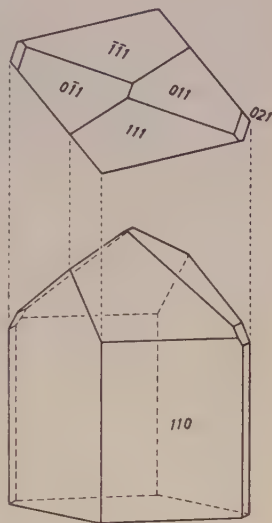


Abb. 11. Könichaleit von Tsumeb, 30. Sohle.

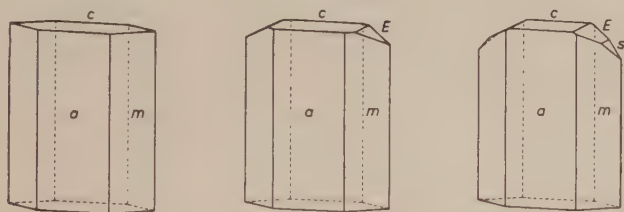


Abb. 12. Pseudomorphosen von Kupferglanz nach Enargit oder Stibioenargit.

Aus älteren Aufsammlungen von der 16. Sohle stammen bis ca. 2 cm große Kristalle von Enargit oder Stibioenargit (Abb. 12), die jedoch randlich durch zementativen Kupferglanz pseudomorphosiert sind, während der Kern der Kristalle meist hohl ausgelagert ist. Beobachtet wurden die Kombinationen amc , $amcE$, $amcs$ und $amcsE$, wobei a gleich (100), m (110), c (001), E (012) und s (011) bei $a:b:c = 0,87:1:0,84$ sind. Die Gitterkonstanten scheinen größer als diejenigen für Enargit zu sein.

Die vorliegenden Mitteilungen tragen z. T. vorläufigen Charakter; die Untersuchungen (an einigen tausend weiteren Erz- und Mineralproben von Tsumeb, erworben bzw. gesammelt während der letzten Jahre, darunter bestes kristallisiertes Material in großer Menge) werden fortgesetzt.

Technische Universität Berlin, Abteilung Bergbau.

Diskussionsredner: NEY, RAMDOHR, UYTENBOGAARDT.

Diskussionsbemerkung

W. UYTENBOGAARDT: Vor etwa fünf Jahren bekam ich von Dr. PAUL RONCHESNE eine Erzprobe von der Grube „Prince Léopold“, Kipushi, Belg. Kongo. Diese Probe enthielt etwa zehn verschiedene Erzminerale, teilweise sehr innig verwachsen, darunter Zinkblende, Reniérit, Kupferkies, Bornit und Tennantit. Die Zinkblende enthielt ein Entmischungsprodukt, das in seinem Auftreten sowie in seinen Eigenschaften große Ähnlichkeiten aufweist mit dem von Prof. STRUNZ beschriebenen „Gallit“. Die Probe enthielt ziemlich viel Gallium.

H. H. W. MOENKE (Jena): **Unterschiede im Spurenelementgehalt altersverschiedener deutscher Granite.** (Mit 1 Abbildung auf Tafel 7.)

In 110 variskischen und prävariskischen Graniten aus mitteldeutschen Aufschlüssen wurden die Spurenelemente Li Rb Cs Be Sr Ba B Sc Y La Ce Nd Zr V Mo W Ni Co Ag Zn Ga Ge Sn Pb und As analysiert. Es konnten Elemente gefunden werden, die durch ihre erheblichen Konzentrationsunterschiede geeignet sind, die altersverschiedenen Gesteine zu unterscheiden. Solche ‚Leitelemente‘ sind Li Rb Cs Be Y W Pb und As. Einige Spurenelemente können dazu dienen, bestimmte Plutone von gleichalten Graniten zu unterscheiden.

Im Jahre 1924 bewies SCHEUMANN, daß es im Kristallin Thüringens und Sachsens Granite gibt, die offenbar nicht in der variskischen Ära gebildet wurden, sondern einer älteren Gebirgsbildung zugeordnet werden müssen.

Im Untersuchungsgebiet zwischen Eisenach und Görlitz und zwischen dem Brocken und dem Epprechtstein im Fichtelgebirge können etwa 100 verschiedene granitische Gesteine unterschieden werden. Bei dem Versuch, diese einzuteilen in eine variskische und in eine prävariskische Gruppe, stößt der Geologe auf Schwierigkeiten. Schlechte Aufschlüsse und das unbekannte Alter fossilereerer kontaktmetamorph veränderter Sedimentgesteine wirken sich sehr nachteilig aus. Leider gibt es erst eine radioaktive Altersbestimmung. Sie wurde 1955 an Proben des Lausitzer Granodiorits durch SCHÜRMANN und Mitarbeiter durchgeführt.

Ziel unserer Arbeit, die 1955/57 im Mineralogisch-Petrographischen Institut der Friedrich-Schiller-Universität durchgeführt wurde, war es, zu prüfen, ob Unterschiede im Spurenelementgehalt der variskischen und der als älter angesehenen Granite registrierbar sind. Durch regionalgeochemischen Vergleich sollten gegebenenfalls Gesteine, über deren Alter Meinungsverschiedenheiten herrschen, einer dieser Gruppen zugeordnet werden.

KALERVO RANKAMA veröffentlichte 1946 eine Zusammenfassung der bis zu diesem Zeitpunkt publizierten Ergebnisse von Spurenelementanalysen granitischer Gesteine. Er verknüpfte damit geochemische Betrachtungen über Differentiation in der äußeren Erdkruste, nachdem er gefunden hatte, daß es Elemente gibt, deren Konzentration mit abnehmendem Alter steigt, und ein Element, das Yttrium, dessen Konzentration mit abnehmendem Alter sinkt. Leider mußte sich RANKAMA auf Analysendaten stützen, welche von verschiedenen Autoren nach uneinheitlichen Verfahren erhalten wurden.

Über Spurenelementkonzentrationen in mitteldeutschen Graniten sind aus der Literatur mit Ausnahme von zahlenmäßig unbedeutenden Einzelbestimmungen nur die Größenordnungen von Durchschnittsmischungen nach V. M. GOLDSCHMIDT bekannt geworden. Wir haben in den letzten vier Jahren alle wichtig erscheinenden Aufschlüsse besucht, Proben entnommen und mit Hilfe der optischen Emissionsspektalanalyse geprüft.

Zur Verfügung standen ein Q 24 sowie ein Zeiß-3-Prismen-Glas-Spektrograph. Als Standards dienten die bekannten Proben G1 des Granits von Westerly/Rhode Island und W1 aus dem Diabas von Centerville/Virginia. Wir verdanken sie Herrn Professor L. H. AHRENS, Oxford.

Von den 25 erfaßbaren Elementen zeigten einige wie
Gallium, Germanium und Zirkon

eine beachtliche Konzentrationsähnlichkeit in allen untersuchten Gesteinen und waren somit ungeeignet.

Die letzten Linien des Arsens und des Wolframs konnten nur in einigen variskischen Gesteinen deutlich registriert werden. In guter Übereinstimmung hiermit steht der Befund, daß die wirtschaftlich bedeutendsten Wolframlagerstätten von jungen variskischen oder postvariskischen Graniten abzuleiten sind. Dazu gehören die oberkretazisch-alttertiären Gesteine der chinesischen Provinz Kiangsi, die von Malaya/Burma sowie die alttertiären Cordillerengranite Nordamerikas.

Leider war kein Element zu finden, das in allen Gesteinsproben einer der altersverschiedenen Gruppen auftrat, dagegen in allen Typen der anderen Gruppe fehlte.

Ein sehr charakteristisches Merkmal der deutschen Granite besteht darin, daß im allgemeinen mit zunehmendem Alter der Gesteine die Konzentration an Lithium, Rubidium, Caesium, Beryllium und Blei abnimmt.

So enthalten die bekannten variskischen Granite von Ehrenfriedersdorf und Altenberg hohe Lithiumgehalte von 395 g/t und 325 g/t Li. Die prävariskischen Granite bei Katzhütte im Schwarzburger Sattel und die Gesteine bei Hirschberg/Gefell enthalten dagegen nur 10 bis 20 g/t Li.

Bei Rubidium stehen 1850 und 1890 g/t Rb der variskischen Proben nur 60 bis 130 g/t Rb gegenüber.

Während die empfindlichsten Linien des Caesiums in den Spektren aller prävariskischen Granite fehlen, kann man auf den Infrarot-Platten der variskischen Granite die entsprechenden Linien bereits mit bloßem Auge wahrnehmen.

Obwohl solche Konzentrationsunterschiede sehr eindrucksvoll sind, ist es zweckmäßig, bei geochemischen Untersuchungen mit ähnlicher Zielsetzung in einem Kristallinbereich stets mehrere Spurenelemente zu berücksichtigen.

Gerade unter den spätvariskischen Stockgraniten, welche eindeutig die jeweils jüngsten Intrusionen ihres Gebietes verkörpern, finden sich einige Ausnahmen von der allgemeinen Regel, daß mit abnehmendem Alter die Lithium- und Caesiumgehalte zunehmen.

In der Lausitz sind es die Granite von Stolpen und Königshain, im Harz der Ilsesteingranit, im Thüringer Wald der Granit des Großen Burgbergs bei Neustadt und im Gebiet nahe Hirschberg an der Saale der Zweiglimmergranit von Sparnberg/Pottiga, deren Lithium- und Caesiumgehalt zum Teil noch unter dem der prävariskischen Granite liegt. Es besteht jedoch ein großer Unterschied gegenüber den alten Gesteinen: Die variskischen Stockgranite enthalten weit größere Beryllium- und Rubidium-Konzentrationen.

Man darf folglich unter den spättektonischen variskischen Graniten Mitteldeutschlands unterscheiden zwischen einem Lithium- und Caesium-armen, aber Beryllium- und Rubidium-reichen Typ und solchen Graniten, welche sowohl hohe Lithium- und Caesium-Gehalte bei gleichzeitig erheblichen Beryllium- und Rubidium-Konzentrationen besitzen.

Wir konnten bisher keinen prävariskischen deutschen Granit finden, der eine derartige Spurenelementverteilung zeigt.

Die Suche nach einem Leitelement dürfte nach diesem Ergebnis falsch sein. Dagegen kann man bei gleichzeitiger Berücksichtigung mehrerer Elemente Erfolge verzeichnen. Im vorliegenden Falle erwiesen sich neben dem Beryllium die Alkalimetalle Lithium, Rubidium und Caesium als geeignet.

Unter den prävariskischen Graniten verbergen sich auch solche genetischen Typen, wie wir sie aus den variskischen Intrusionsgebieten kennen. So gibt es in Mitteldeutschland prävariskische Zinngranite und Turmalingranite. Nach Ausweis der Spektren treten in der Elbtalzone mehrere altersverschiedene Bor- und Zinngranite auf.

Der Markersbacher Biotitgranit durchsetzt das Schiefergebirge diskordant und ist eindeutig zur variskischen Serie zu stellen. Die Turmalingranite von Gottleuba sind dagegen stark deformiert und wurden von SCHEUMANN und PIETZSCH als spätes Glied des assyntischen Magmatismus angesehen.

Die Spektralanalyse auf Lithium, Rubidium, Caesium und Beryllium macht eine solche Zuordnung sehr wahrscheinlich.

Turmalingranit von Gottleuba assyntischer Stockgranit	Biotitgranit von Markersbach variskischer Stockgranit
3,7 g/t Li	74,4 g/t Li
200 g/t Rb	372 g/t Rb
1 g/t Be	4 g/t Be
Caesium nicht nachweisbar	hoher Caesiumgehalt
Bor- und Zinn-reich	Bor- und Zinn-reich

Die Auswertung der Spektren auf Yttriumlinien ergab eine gewisse Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Analysenzusammenstellung RANKAMAS:

Auch bei den deutschen Graniten sinkt sehr oft der Yttriumgehalt mit abnehmendem geologischem Alter. Allerdings sorgt eine beachtliche Abhängigkeit der Geochemie des Zinns und des Yttriums für Ausnahmen. Alle variskischen und alle prävariskischen Zinngranite sind relativ arm an Yttrium. Der Maximal-Yttrium-Gehalt solcher Gesteine liegt — falls Y-Linien überhaupt aufzufinden sind — bei 10 g/t Y.

In den meisten mitteldeutschen Graniten des assyntischen Zyklus liegt der Blei-gehalt unter oder nahe der Nachweisgrenze. Sie beträgt beim angewandten Verfahren etwa 5 g/t Pb. Fast alle untersuchten variskischen Gesteine unterscheiden sich durch deutlich stärkere Analysenlinien (Größenordnung 10—30 g/t Pb).

Immerhin gilt auch für Schwermetallspurenelemente, daß eine gleichzeitige Berücksichtigung weiterer Elemente sehr nützlich ist. So fand sich in Spektren des im Zentrum der Freiburger Gneiskuppel sitzenden variskischen Granits von Bobritzsch keine Bleilinie. Dafür war der Gehalt an Lanthan, Cer und Neodym relativ hoch. Proben des Plutons von Bobritzsch lassen sich so von den übrigen variskischen Graniten des Erzgebirges unterscheiden.

Auch das Scandium kann zur Differenzierung variskischer Granite dienen. Während die kleinen Stücke von Geyer und Ehrenfriedersdorf wenig Scandium führen, enthalten im Osterzgebirge der Altenberger und in der Elbtalzone der Markersbacher Granit bedeutend mehr Scandium.

Das Granitgebiet der Lausitz enthält mehrere altersverschiedene Granite der variskischen Orogenese. Mit Hilfe der Spektrogramme ist es möglich gewesen, diese zu unterscheiden:

Das Hauptgestein, der Granodiorit, soll nach EBERT in einen westlichen Granodiorit, dem man variskisches Alter zuordnete, und in einen älteren, prävariskischen, den „Seidenberger Granodiorit“, zerfallen. Da wir keinen Unterschied im Spurenelementgehalt dieser Proben feststellen konnten, glauben wir nicht an die Existenz des prävariskischen „Seidenberger Granodiorits“. Es gibt nur einen Granodiorit und dieser ist nach der bereits erwähnten Altersbestimmung sowie nach Höhe der Lithium- und Caesiumkonzentrationen variskisch. Die Granodiorite der benachbarten Elbtalzone bei Dohna und Laas enthalten weniger Caesium als die Granodioritproben der Lausitz. Wir möchten sie deshalb zu den älteren prävariskischen Graniten rechnen.

Deutlich unterscheiden sich die Spektren der Stockgranite bei Stolpen und Königshain von denen der Granodiorite. Sie verkörpern den Lithium- und Caesium-armen Typ der variskischen Spätgranite.

Jena, Mineralogisch-Petrographisches Institut der Friedrich-Schiller-Universität.

Literatur

- AHRENS, L. H., 1954: Quantitative Spectrochemical Analysis of Silicates. Pergamon Press, London.
- DEUBEL, F., 1927: Orogenetische und magmatische Vorgänge im Paläozoikum Thüringens. — Beitr. Geol. von Thüringen I/1.

- EBERT, H., 1943: Das granitische Grundgebirge der östlichen Lausitz. — Preisschr. d. Fürstl. Jablonowsk. Ges. d. Wiss. Leipzig.
- GOLDSCHMIDT, V. M.: „Geochemistry“ 1954. At the Clarendon Press Oxford.
- PIETZSCH, K., 1956: Abriß der Geologie von Sachsen. — Verlag Volk und Wissen, Berlin, 2. Auflage.
- MOENKE, H. H. W.: Leitspurenelemente in variskischen und prävariskischen deutschen Graniten. Eine spektrochemische Analyse altersverschiedener Gesteine. — Unveröffentlichte Dissertation, Jena 1957.
- RANKAMA, K., 1946: On the Geochemical Differentiation in the Earth's Crust. — Bull. Comm. géol. Finlande, **137**.
- SCHEUMANN, K. H., 1924: Prävariskische Glieder der Sächsisch-Fichtelgebirgischen Kristallinen Schiefer I. Die magmatisch-orogenetische Stellung der Frankenberg-Gneisgesteine. — Abh. d. Math.-Phys. Kl. d. Sächs. Akademie d. Wiss., **39**.
- 1932: Über die petrogenetische Ableitung des roten Erzgebirgs-gneises. — Miner. Petr. Mitt. **42**, 423.
- SCHÜLLER, A., 1949: Die Granite der DDR. — Manuskript im Archiv der Staatl. Geol. Komm. Berlin.
- SCHÜRMANN, H. M. E.: Preliminary Note on Age Determination of Magmatic Rocks by Means of Radio-Activity. — Geologie en Mijnbouw NS Vol. **17**, 217.
- STILLE, H., 1946: Die assyntische Ära und der vor-, mit- und nachassyntische Magmatismus. — Z. Dt. Geol. Ges., **98**, 152.

IDA VALETON (Hamburg): **Struktureigenschaften, Chemismus und Genese eines tertiären Glaukonits.**

Der Glaukonit aus den oberoligozänen Tonen von Walsrode (Kreis Soltau), der im Transgressionshorizont mit über 90% auftritt, wurde in Dichteklassen zerlegt. Die schwersten Fraktionen sind dem 1 M-Typ der Glimmerstruktur zuzurechnen, während mit abnehmender Dichte eine kontinuierliche Reihe über 1 Md-Strukturen zu mixed layers mit Chlorit, welche quellfähig sind, auftritt. Diese Dichtereihe zeigt mit abnehmendem spez. Gewicht eine Abnahme von Fe 3+ und K+ und eine Zunahme von H₂O und damit Übergänge von mit Zwischenschichtkali vollbesetztem Glaukonit (1 M-Typ) zum Chlorit. Aus dem morphologischen Zusammenhang größerer Glaukonitpartien und aus der Gefügeorientierung wird auf autochthone Entstehung aus einem Gel geschlossen, dessen Bildung in eine sehr frühdiagenetische Phase fällt. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, muß man einen morphologischen und einen kristallographischen Begriff „Glaukonit“ unterscheiden.

Die ausführliche Arbeit „Der Glaukonit und seine Begleitminerale aus dem Tertiär von Walsrode“, Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **27**, S. 88—131, Hamburg 1958.

Diskussionsredner: NOLL, JASMUND, GOLDSCHMIDT.

J. WILLEMS (Duisburg): **Untersuchungen an Eisenerzen mit einem neuen Erhitzungsmikroskop.**

K. H. WEDEPOHL (Göttingen): **Eine Diskussion der Unterschiede von küstennah und in der Tiefsee abgelagerten Tonen in einigen Spurenelementen.**

Mit quantitativen spurenanalytischen Methoden, die einen mittleren Fehler von $\approx 10\%$ haben, werden Tone sehr unterschiedlicher Sedimentationsgebiete auf Elemente untersucht, die in Konzentrationen von 0,001 bis 0,1% vorkommen. Besonders müssen dabei Tone aus dem Atlantik berücksichtigt werden, da über sie bisher die wenigsten Daten vorliegen. Die Literaturangaben für Tonschiefer und rezente Flachseetone sind überprüft und z. T. durch neue Analysen (z. B. für Ni, V, La, Sc) ersetzt und ergänzt worden.

Diese Werte für Tonschiefer und rezente Flachseetone werden zum Vergleich mit Tiefseetonen aus dem Atlantik und Pazifik verwendet. Falls ein Unterschied in bestimmten Elementen zwischen Tonen aus den 3 verschiedenen Sedimentationsgebieten besteht, enthalten die letzteren beiden die höheren Konzentrationen. Alle Ergebnisse lassen sich in 2 Gruppen von Elementen einteilen:

- a) Gruppe von Elementen, deren Konzentrationen in Flachseetonen gleich der in Atlantik-Tiefseetonen und Pazifik-Tiefseetonen ist: V, Cr, Zr, Ga . . .
- b) Gruppe von Elementen, deren Konzentrationen in Flachseetonen kleiner als in Atlantik-Tiefseetonen und hier wieder kleiner als in Pazifik-Tiefseetonen ist: La, Sc, Y, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, Mn, B

Die Anreicherung der Elemente (b) im Atlantik-Ton gegenüber dem der Flachsee ist proportional der entsprechenden Anreicherung im Pazifik-Ton. Trägt man die jeweiligen Anreicherungen dieser Elemente gegenüber küstennah abgelagerten Tonen graphisch auf (Pazifik als Abszisse, Atlantik als Ordinate), so liegen die Elemente praktisch auf einer Geraden mit der Steigung 1:3,7. Diese Proportionalität, umgekehrt zu den entsprechenden Sedimentationsgeschwindigkeiten, macht wahrscheinlich, daß nur ein geologischer Prozeß die Anreicherungen bewirkt hat. Es ist unwahrscheinlich, daß dieser Prozeß mit der Verwitterung spezieller, chemisch vom Durchschnitt der Eruptive weit abweichender Gesteinsareale zusammenhängt, wie sich an Hand der vorgefundenen Elementassoziationen diskutieren läßt. Biologische Prozesse — wir müssen mit dem Einfluß weiträumiger Foraminiferenproduktion rechnen — sollten wiederum andere Elementassoziationen ergeben. Überlegungen über die niedrigen Dampfdrucke der Halogenverbindungen der angereicherten Elemente, ihr Vorkommen in vulkanischen Exhalationskrusten und andere Beobachtungen weisen auf den möglichen Einfluß vulkanischer Exhalationen auf die erwähnten Anreicherungen in langsam sedimentierenden Tonen hin. Diese über geologische Zeiten hin pulsierenden, ständig in die Atmosphäre gehenden Exhalationen wurden bisher in sogenannten geochemischen Bilanzrechnungen nicht berücksichtigt.

(Die ausführliche Veröffentlichung dieser Arbeit ist für die „*Geochimica et Cosmochimica Acta*“ vorgesehen.)

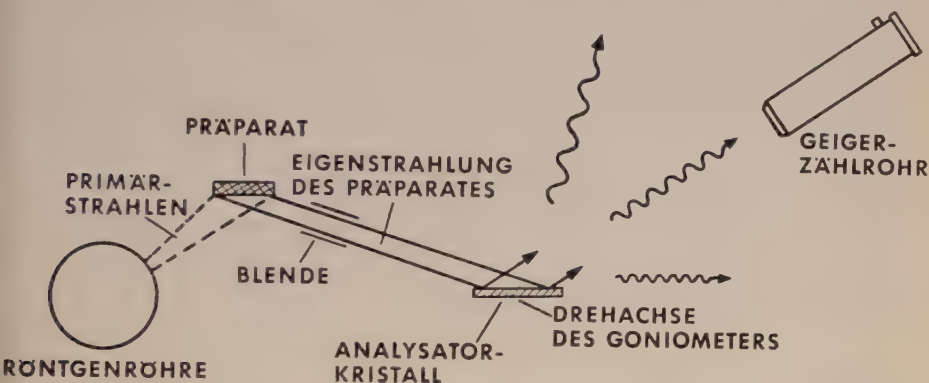
K. H. WEDEPOHL (Göttingen): Die Anwendung der Röntgen-Fluoreszenz-Spektralanalyse zu geochemischen Untersuchungen. (Mit 1 Abbildung im Text.)

Zwischen 1912 und 1930 ist die Röntgenspektroskopie zur Anwendung in der qualitativen und quantitativen chemischen Analyse ausgebaut worden, vor allem durch Arbeiten SIEGBAHN's und VON HEVESY's. Die Entdeckung des Elements Hafnium gelang VON HEVESY und COSTER 1923 mit diesen Methoden. Die geochemische Verteilung einiger Spurenelemente wurde in den 20er und 30er Jahren röntgenspektroskopisch untersucht.

Trotz ihrer Vorteile gegenüber der optischen Emissionsspektralanalyse wie Linienarmut der Spektren, zerstörungsfreie Analyse flüssiger und fester (auch nichtmetallischer) Proben und geringe Anregungsbeeinflussung verschiedener Elemente untereinander ist sie von dieser und anderen Methoden in den letzten zwanzig Jahren praktisch ausgeschaltet worden. Die optische Emissionsspektralanalyse hat ihr gegenüber den deutlichen Vorteil durchschnittlich höherer Nachweissensempfindlichkeit und schnellerer Durchführbarkeit.

Erst als es in den letzten 15 Jahren gelang, die Röntgenspektralanalyse mit Anregung der Probe in der Röhre durch die Röntgen-Fluoreszenz-Spektralanalyse zu ersetzen, hat man diesem Arbeitsgebiet einen neuen Zugang zu analytischen Problemen verschafft. Die Möglichkeit der Ausnutzung der Fluoreszenz-Röntgenstrahlung geht wesentlich auf die Verbesserung der Röntgenröhren, die Entwicklung empfindlicherer Strahlungsmeßgeräte und allgemeine Fortschritte in der elektronischen Technik zurück. Die technische Entwicklung dieser Idee, die VON HEVESY schon 1923 angewendet hatte, ging nach dem Kriege vor allem in den USA vor sich. Inzwischen sind auch europäische Firmen und Institute intensiv an Entwicklung und Anwendung dieser Arbeitsrichtung beteiligt. Über die angebotenen Möglichkeiten der Anwendung für unsere Probleme soll hier kurz diskutiert werden.

Die Ausnutzung der durch Röntgenstrahlung in einer Probe angeregten Fluoreszenzstrahlung ist, verglichen mit der auf die Anode der Röhre aufgetragenen Probe, mit Strahlungsverlusten bis in die Größenordnung von 1:1000 verbunden, bringt aber die erheblichen Vorteile schnelleren und besser reproduzierbaren Arbeitens. Man braucht jetzt nicht mehr für jede Analyse eine Röhre zu evakuieren, eliminiert die Fraktionierungseffekte durch örtliche Erhitzung der Probe und ist nicht mehr auf die Registrierung der Strahlung mit photographischen Emulsionen angewiesen. Diese Registrierung lieferte Schwärzungen und keine Intensitäten. Ein deutlicher Vorteil des Fluoreszenzspektrums gegenüber dem normalen Röntgenspektrum ist der um die Bremsstrahlung usw. verminderte Untergrund. Die Grundlagen dieser Spektralanalyse werden ausführlich u. a. in der ASTM-Veröffentlichung No. 157 (1953) diskutiert. Als Beispiel eines Fluoreszenzspektrographen möchte ich die von Philips entwickelte, in Göttingen in Betrieb befindliche Apparatur kurz beschreiben. Sie unterscheidet sich von der für die Diffraktionsanalyse gebräuchlichen nur durch die horizontale Lage der Röhre, einen speziellen Probenhalter und ein abgeändertes Goniometer. Man kann von evtl. vorhandenen Diffraktionseinrichtungen den Mikro 111 zur Erzeugung elektronisch stabilisierter Hochspannung und das Impulsmittlungs- und Registriergerät benutzen. In der Apparatur werden ebene Kristalle als Strahlungsanalysatoren verwendet.



Strahlengang in der Philips-Zusatzvorrichtung für Röntgen-Fluoreszenz-Spektralanalyse.

Die anregende Primär-Röntgenstrahlung wird in einer Spezial-Röhre mit W-, Mo- oder Au-Anode mit großem Brennfleck erzeugt. Die Spannung muß sehr gut (elektronisch) stabilisiert sein, da die Reflexe zeitlich nacheinander registriert werden. Die wirksame Probenfläche in einem Probenhalter, der feste und flüssige Stoffe aufnehmen kann, ist etwa 27×20 mm. Eine pulverförmige Probe wird wegen der geringen Eindringtiefe der Strahlung dünner als 1 mm über einer Kunststoff-Folie ausgebreitet. Zu dieser Füllung sind demnach weniger als 1 g Einwaage notwendig. Als Strahlungsanalysatoren verwendet man möglichst reine Kristalle von LiF, Quarz, Topas, NaCl, CaF_2 usw. je nach der gewünschten Dispersion (kleine Gitterkonstante entspricht großer Dispersion) des Spektrums. Größere Dispersion muß man manchmal durch geringeres Streuvermögen des Kristalls erkaufen. Zur Einschränkung der Streustrahlung des einfallenden und zur Erhöhung der Auflösbarkeit des ausfallenden Strahlenbündels werden zwei Blendensysteme benutzt. Als Strahlungsmeßgeräte verwendet man am häufigsten Geiger-Müller-Zählrohre, universeller sind die jetzt auch in Europa in Gebrauch kommenden Szintillationszähler, deren spektrale Empfindlichkeit über einen breiten Spektralbereich gleichmäßig ist. Für langwellige Strahlung $\lambda > 2-3 \text{ \AA}$ benötigt man Gasfluß-Proportionalzählrohre.

Die in den häufig angewandten Ar- oder Kr-gefüllten Geiger-Müller-Zählrohren von der Strahlung erzeugten Impulse werden elektronisch gemittelt. Will man eine qualitative oder halbquantitative Analyse durchführen, werden die über eine bestimmte

Zeit gemittelten Impulse auf einen Schreiber gegeben, der sie als Intensität (Impulsfrequenz) gegen die Wellenlänge bzw. den Reflexionswinkel graphisch aufträgt. Dieses Spektrum ist wegen seiner Linienarmut leicht auswertbar. Es enthält im allgemeinen nur die 1. und 2. Ordnung der K- und L-Serien der Elemente mit den Ordnungszahlen 20—92.

Mit den bei uns augenblicklich in Betrieb befindlichen Anlagen kann man keine langwelligere Strahlung als die K-Strahlung von Elementen etwa ab Ordnungszahl 20 messen. Diese Grenze ist nicht durch die Empfindlichkeit der Strahlungsmeßgeräte festgelegt, sondern besonders durch die Absorption der Luft, die in amerikanischen Geräten durch die Einführung von He in den Strahlenweg, in Europa durch (Teil-)Evakuierung der Apparatur unterdrückt werden kann.

Die Röntgen-Fluoreszenzspektroskopie läßt sich zur Spurenanalyse in erster Linie dort anwenden, wo die Anregung der K-Serien möglich und die Empfindlichkeit des Strahlenmeßgerätes groß ist. Bei der Verwendung von Röhren mit 50 kV-Höchstbelastung (bei 20 mA Röhrenstrom) und AR-GEIGER-MÜLLER-Zählrohren liegt die kurzwellige Grenze praktisch bei Elementen der Ordnungszahl 45—50. Die durch die Luftabsorption bestimmte langwellige Grenze ist in der Spurenanalyse bei der K α -Strahlung von Mn—Ti zu suchen. Da die anregende W-Strahlung (Bremsstrahlung und diskrete Strahlung) einen Schwerpunkt und das Zählrohr eine spektrale Empfindlichkeit mit einem entsprechenden Maximum hat, liegt die Nachweismempfindlichkeit nur bei Elementen um die Ordnungszahl 30 (Ni, Cu, Zn) besonders günstig: 10—30 g t. Bei den Nachbarlementen steigt sie auf 50—100 g/t. Für sehr viele Elemente erreicht man also mit der optischen Emissionsspektralanalyse größere Empfindlichkeiten. Der günstige Arbeitsbereich aller Elemente mit anregbaren K-Serien und für einen Teil der Elemente in den L-Serien geht bis minimal 0,01%. Das ist der Bereich der sog. untergeordneten Komponenten zwischen den eigentlichen Spurenelementen und den Hauptkomponenten.

Der mittlere Fehler liegt bei Analysen in dem Bereich von 0,01—1% unter Verwendung eines inneren Standards gewöhnlich bei oder unter $\pm 5\%$, nur bei leichteren Elementen, für die die Apparatur auf ~ 1 mm Hg evakuiert werden muß, steigt er auf 10—15%. Aus der Reihe der mit der Apparatur bisher analysierbaren Elemente sind Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr und Zr in einer großen Zahl häufiger Gesteine und Minerale in ausreichender Konzentration vorhanden, um sie mit diesen Methoden genauer zu erfassen als mit der optischen Emissions-Spektralanalyse und vielen chemischen Verfahren.

Zur quantitativen Analyse wurde grundsätzlich mit innerem Standard gearbeitet, um die wechselnde Packungsdichte der Probe, Absorptions- und Streuungsunterschiede verschiedener Grundsubstanzen und andere Störeffekte auszuschalten. Für die verschiedenen Wellenlängenbereiche muß je ein Standardelement ausgesucht werden, das in den zur Untersuchung vorgesehenen Proben entweder weit unter der Nachweisgrenze oder in bekannter Konzentration vorkommt. Für die Gruppe der Elemente Zr, Y, Sr, Rb und Br wurde von uns das Mo als Standard ausgesucht und erprobt, für die Gruppe Zn, Cu, Ni, Fe das As. Da die Eichkurven für Zr, Sr und Rb zwischen 0,005 und 1% geradlinig unter 45° verlaufen, wie es theoretisch zu erwarten ist, konnte die dazwischen liegende Kurve für das Yttrium interpolatorisch gewonnen werden. Es gibt auch schon Ansätze für die rechnerische Ermittlung von Eichkurven (SHERMAN: ASTM-Publication No. 157/1953). Die erwähnten experimentellen Eichkurven sind mit Eichproben aufgenommen, die in ihrer Grundsubstanz Tonen und Sanden entsprechen. Sie wurden mit verschiedenen anderen Grundsubstanzen (Granit, Basalt usw.) erfolgreich auf ihre allgemeine Anwendbarkeit geprüft. Es lassen sich also mannigfaltige geochemische Untersuchungen mit ihnen durchführen. Nicht erwähnt hatten wir bisher, daß für quantitative Analysen die Impulszählung mittels Schreiber nicht ausreicht. Man muß an der Stelle des Maximums eines Reflexes größere Impulszahlen messen als mit dem Schreiber z. B. bei $\frac{1}{4}^\circ/\text{Min}$. Umlaufgeschwindigkeit des Zählrohrs möglich ist. Hier wurden, um für verschieden intensive Reflexe gleiche statistische Fehler zu haben, die Laufzeiten des Zählwerkes für konstante Impulszahlen gemessen. So hat man z. B. bei Auszählung von 4556 Impulsen mit einem statistischen Fehler von $\pm 1\%$ zu rechnen.

Der besondere Vorteil der röntgenspektroskopischen Methoden gegenüber den Standardmethoden der optischen Emissionsspektralanalyse liegt darin, daß diese wegen der niedrigen Anregungsschwankungen und gegenseitigen Anregungsbeeinflussungen auch gut für Analysen auf Hauptkomponenten anwendbar sind. Als Beispiel sei die

Eisenbestimmung in der Gesteinsanalyse herausgegriffen. Wir haben Versuchsreihen mit der chemischen Methode nach ZIMMERMANN-REINHARDT und mit der Röntgen-Fluoreszenz-Spektralanalyse unter Verwendung von $\text{FeK}\beta$ und As als innerem Standard an der Bauxit-Probe des National Bureau of Standards aufgenommen. Diese Probe NBS 69a enthält 5,82% Fe_2O_3 . Der mittlere Fehler der Einzelmessung ist bei 10 chemischen Bestimmungen: $-0,97\%$ bei 10 spektrochemischen $\pm 2,4\%$. Die Reproduzierbarkeit chemischer Eisenbestimmungen anderer Labors an Standardproben mit Gehalten von 1–10% Fe_2O_3 liegt in den Grenzen $\pm 0,2$ (NBS), $\pm 0,5$ (W_1) und $\pm 3\%$ (G_1). Eine röntgenspektroskopische Doppelbestimmung wäre damit zumindest einer Einzelbestimmung nach ZIMMERMANN-REINHARDT gleichwertig. Der Zeitaufwand für die RFS-Doppelbestimmung mit Beimischung des inneren Standards ist etwa 40 bis 60 Min. In dieser Zeit läßt sich keine chemische Einzelbestimmung mit Aufschluß durchführen.

Um die Röntgen-Fluoreszenz-Spektralanalyse auch für unsere Probleme universeller auszubauen, muß man die Strahlungsempfänger verbessern, d. h. Geiger-Müller-Zählrohre u. a. durch Szintillationszähler ersetzen, die über einen breiteren Spektralbereich empfindlicher sind. Die in der Entwicklung fertigen, im gesamten Weg des Röntgenstrahlbündels evakuierbaren Geräte mit Gasflußproportionalzähler werden uns die Möglichkeit eröffnen, die Elemente mit den Ordnungszahlen 20–11 analytisch bis zu Konzentrationen von minimal 0,01–0,1% zu erfassen. Zum Studium weiterer technischer Einzelheiten sei u. a. auf Veröffentlichungen von W. PARRISH (1956), P. H. DOWLING, C. F. HENDEE, T. R. KOHLER, W. PARRISH (1956/57) hingewiesen. Spezialapparaturen für Proben kleiner Abmessungen, wie z. B. Körner im erzmikroskopischen Präparat, haben sich ebenfalls schon bewährt. So kann das mit Elektronen-Anregung arbeitende französische Castaing-Gerät Körner der minimalen Größe $1\mu \times 1\mu$ auf Hauptkomponenten analysieren [R. CASTAING, A. GUINIER (1949) (1953), R. CASTAING (1951) (1956), R. CASTAING, J. DESCAMPS (1955)]. Die Analyse einer kleinen Probenfläche ist auch möglich, wenn man anstelle des ebenen Analysator-kristalls einen gebogenen für fokussierten Strahlengang verwendet [siehe z. B. I. ADLER, J. M. AXELROD (1957)]. Diese Apparatur hat ihre technischen Probleme darin, daß der Fokus nur für eine Wellenlänge fixiert werden kann.

Es sollte im Überblick gezeigt werden, daß dem analytisch arbeitenden Mineralogen und Petrographen in der modernen Röntgenspektroskopie eine Reihe entwicklungs-fähiger Methoden zur Verfügung stehen. Die Durchführung spezieller analytischer Probleme soll in einer gesonderten Arbeit beschrieben werden (WEDEPOHL 1959), die auch ein umfassenderes Literaturverzeichnis enthält.

Literatur

- ADLER, I., AXELROD, J. M. (1957): Reflecting curved-crystal x-ray-spectrograph. A device for the analysis of small mineral samples. — *Econ. Geol.*, **52**, 694.
- ASTM (1953): American Society for Testing Materials, Special Technical Publication No. 157: Symposium on fluorescent x-ray spectrographic analysis.
- CASTAING, R. (1951): Thèse de Doctorat (Université de Paris) Publication O. N. E. R. A. no. 55.
- (1956): *Laboratoires* **17**, 7–13.
- CASTAING, R., DESCAMPS, J. (1955): *J. de Phys.* **16**, 304.
- CASTAING, R., GUINIER, A. (1949): *Proc. of the Conference on Electron Microscopy Delft*, 60–63.
- (1953): *Analyt. Chem.* **25**, 724.
- DOWLING, P. H., HENDEE, C. F., KOHLER, T. R. u. PARRISH, W. (1956/57): Zählrohre für Röntgenstrahlen. — *Philips' Technische Rundschau* **18**, 9, 259.
- PARRISH, W.: Messung von Röntgenintensitäten mit Zählrohren. — *Mitteilungen: Philips wissenschaftl. Apparate*.
- (1956): Spektrochemische Analyse mit Röntgenstrahlen. — *Philips' Technische Rundschau* **17**, 12, 393–412.
- WEDEPOHL, K. H. (1959): Die Röntgen-Fluoreszenz-Spektralanalyse von geochemischen Proben auf Elemente der Ordnungszahlen 25–40. — Für die Z. f. analyt. Chemie vorgesehen.

Diskussionsredner: v. ENGELHARDT, O'DANIEL.

H. FÜCHTBAUER und H. GOLDSCHMIDT (Hannover): **Die Tonminerale der Zechstein-formation.**

Die qualitative Röntgenuntersuchung von etwa 110 Proben ergab für die verschiedenen Gesteine dieser in vier Ausscheidungsfolgen gegliederten Evaporitserie die folgenden charakteristischen Minerale:

- a) Salztone:
Muscovit und Chlorit in fast gleicher Menge, daneben Magnesit und Haematit.
- b) Karbonatgesteine (Karbonat mit Essigsäure oder Austauscher entfernt): Muscovit, nur selten auch etwas Chlorit, daneben Pyrit.
- c) Anhydritgesteine (dunkle Einlagerungen und Lösungsrückstände): Talk sowie gelegentlich Muscovit und Chlorit, stellenweise Montmorin und „mixed layer-Mineral“, daneben Magnesit und Dolomit.
- d) Salzgesteine (dunkle Einlagerungen): Muscovit, Chlorit und Koenenit, daneben Magnesit.

Zwischen übereinstimmenden Gesteinen der vier Ausscheidungsfolgen wurden bezüglich der Tonminerale keine Unterschiede gefunden. Alle Verschiedenheiten des Tonmineralbestandes sind demnach faziell, durch die Petrographie des Wirtsgesteins, bedingt. Sie lassen sich durch diagenetische Neubildung von Chlorit und Talk erklären. Der letztere entspricht chemisch und röntgenographisch dem Talk metamorpher Gesteine, besitzt jedoch eine etwas niedrigere Licht- und Doppelbrechung als dieser ($n_\gamma = 1,56$ gegenüber $1,59$, $n_x = 1,53$ gegenüber $1,54$) und zerfällt bereits bei 800° unter Neubildung von Olivin (gegenüber 900° und Enstatitneubildung bei metamorphem Talk).

(Ausführliche Veröffentlichung in den Beiträgen zur Mineralogie und Petrographie.)

Diskussionsredner: R. KÜHN, LIPPMANN, BRAITSCH, v. ENGELHARDT.

S. HELLER und HL. GERLACH (Göttingen und Hamburg) vorgetragen von HL. GERLACH:
Über die Erzeugung negativer Kristalle im Steinsalz.

Ausgehend von Arbeiten DRESCHER-KADENS wurde ein Verfahren zur stets reproduzierbaren, experimentellen Erzeugung negativer Kristalle in Steinsalzkristallen beschrieben.

Bei 95°C als Versuchstemperatur wurden in natürlichen und synthetischen, optisch ganz einwandfreien Steinsalzkristallen, negative Kristalle wäßriger NaCl-Lösung erzeugt, wobei weder vor noch nach dem Versuch die Einwanderungswege lichtmikroskopisch nachweisbar waren. Sind in einem Steinsalzkristall negative Kristalle erzeugt worden, so können ohne irgendeine vorhergehende mechanische Beanspruchung des betreffenden Kristalls nicht noch einmal in ihm negative Kristalle erzeugt werden. LAUE-Aufnahmen von Steinsalzkristallen mit und ohne negative Kristalle ergaben, daß durch die experimentell erzeugten negativen Kristalle sich die behandelten Kristalle in ihren Eigenschaften dem Idealkristall nähern. Systematische Spaltversuche an (100) Ebenen, die mit experimentell erzeugten negativen Kristallen besetzt waren, ergaben, daß sich derartige Ebenen durch eine besondere Festigkeit auszeichnen. Experimentell erzeugte negative Kristalle verloren ihre ursprüngliche Gestalt und nahmen kugelige Form an, wenn die Wirtskristalle auf $400\text{—}500^\circ\text{C}$ erhitzt wurden. Das eingeschlossene Wasser diffundierte bei der Erhitzung aus den Steinsalzkristallen heraus, wobei die negativen Kristalle vergrößert und der sie umgebende Kristallbereich deformiert wurde. Bei erneuten Einwanderungsversuchen nach Abkühlung entstanden nun neue negative Kristalle, jedoch nur in der Umgebung der Deformationsbereiche. Überraschenderweise gelang es, in Steinsalzkristallen auch von Xylol, Benzol, Toluol und Cyclohexanon negative Kristalle zu erzeugen, die sich nur durch ihre wesentlich geringere Größe von denen wäßriger NaCl-Lösung unterscheiden. Da die angeführten organischen Lösungsmittel in keiner Weise Steinsalz zu lösen vermögen, mußten geringe Wassermengen in den verwendeten Flüssigkeiten für diese Erscheinungen verantwortlich gemacht werden. Mit absolut wasserfreien Flüssigkeiten gelang die Erzeugung

negativer Kristalle in keinem Fall. Die Entstehung negativer Kristalle in den angeführten organischen Flüssigkeiten ist folgendermaßen gedeutet worden: Die geringen Mengen Wassers bilden einen Grenzflächenfilm an der Grenzfläche Kristall — organisches Lösungsmittel und in Form eines Grenzflächentransportes findet der Umbau der Kristallsubstanz zum negativen Kristall statt.

Diskussionsredner: GERLACH, DEICHA.

E. WALGER (Kiel): **Über den Stoffhaushalt der Mandelbildung.**

Der oberrotliegende, dem Grenzlager angehörende Hyalo-Dacit von REICHWEILER (Pfalz, Bl. Freisen) enthält Mandeln, die von scharf begrenzten Zersetzungshöfen umgeben sind. An einer derartigen, ringsum von frischem Gestein umgebenen Mandel mit geschlossenem Hof wurde die Stoffbilanz zwischen frischem Gestein, Hof und Mandelinhalt untersucht. Die Mandelfüllung erwies sich als lateralsekretionärer Vorgang, der in die postmagmatische, autohydrothermale (deuterische) Phase des Erstarrungsablaufs zu stellen ist. Dieses hier gewonnene Ergebnis dürfte für die Mandelbildung in nicht regionalmetamorphen Vulkaniten allgemein gültig sein.

O. BRAITSCH (Göttingen): **Strontiohilgardit und seine Stellung in der Hilgarditgruppe.**

Strontiohilgardit $(\text{Ca}, \text{Sr})_2[\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2\text{Cl}]$ mit Ca:Sr etwa 1:1 ist ein neues Mineral der Hilgarditgruppe. Fundort: Kaligrube Königshall-Hindenburg, Meyershausen bei Göttingen; im wasserunlöslichen Rückstand eines Anhydrit-Sylvin-Halits aus Flöz Staßfurt. Es kristallisiert triklin-pedial in eindeutig unterscheidbaren Rechts- und Linkskristallen. Es ist kristallographisch wichtig wegen seiner gittergeometrischen Stellung in der Hilgarditgruppe, deren bisher bekannte Vertreter Hilgardit (revidierte Formel: $4 \text{Ca}_2[\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2\text{Cl}]$; Raumgruppe Cc) und Parahilgardit (revidierte Formel: $3 \text{Ca}_2[\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2\text{Cl}]$; Raumgruppe P1) durch Stapelung von rechten und linken Elementarzellen von Strontiohilgardit (abgesehen von den Ca-Ionen auf Sr-Plätzen) parallel (001) bei paralleler a-Achse erklärt werden können. Beim Hilgardit sind 1 rechte und 1 linke, beim Parahilgardit 2 rechte und 1 linke bzw. 2 linke und 1 rechte Elementarzelle gestapelt. Diese Art der Polymorphie kann als Sonderfall der Polytropie aufgefaßt werden.

Eine ausführliche Beschreibung erschien in den „Beitr. Miner. Petrogr.“ 6 (1958) S. 233.

F. LIEBAU (Berlin): **Über die Kristallstruktur der Hochtemperaturform des $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$.**

Die Struktur der Hochtemperaturform des Natriumdisilikates $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ wurde röntgenographisch bestimmt. Die Gitterkonstanten ergaben sich zu $a = 15,45 \text{ \AA}$; $b = 6,39 \text{ \AA}$; $c = 4,90 \text{ \AA}$. Die Elementarzelle enthält vier Formeleinheiten; die Raumgruppe ist D_{2h}^{14} —Pnca. Die SiO_4 -Tetraeder sind zu stark gefalteten, parallel (100) liegenden Schichten der Zusammensetzung $[\text{Si}_2\text{O}_5]_n^{2n-}$ miteinander verknüpft. Diese Schichten kann man sich durch Aneinanderlagerung von Zweierketten entstanden denken und haben rhombische Symmetrie. Die Struktur wird mit denjenigen anderer Schichtsilikate verglichen.

Publikation in Acta Cryst. ist vorgesehen.

Diskussionsredner: ZEMANN.

B. BREHLER (Marburg/Lahn): **Kristallchemische Untersuchungen an Alkalichlorozinkaten.**

Es wird die Struktur des $\text{Na}_2\text{ZnCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ mitgeteilt, deren Bestimmung im Rahmen einer umfassenderen Untersuchung über Alkalichlorozinkate erfolgte.

Das $\text{Na}_2\text{ZnCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ wurde zuerst von SCHINDLER (1831)(1) hergestellt. Die sehr hygroskopischen Kristalle bilden sich aus wäßrigen Lösungen entsprechender Zusammensetzung als farblose hexagonale Prismen; sie sind optisch positiv mit $\omega = 1,541 \pm 0,001$; $\varepsilon = 1,544 \pm 0,001$ und $\varepsilon - \omega = 0,005$ (Kompensatormessung). Es ist eine

vorzügliche Spaltbarkeit nach (00.1) vorhanden, die gleiche Fläche ist Translationsfläche; die Kristalle sind pyroelektrisch (Verfahren nach MARTIN, 1931 (2)). Die Dichte der Substanz wurde zu $2,06 \text{ g/cm}^3$ bestimmt. Röntgenographische Untersuchungen mittels der üblichen Einkristallverfahren ergaben: $a_0 = 6,876 \pm 0,005 \text{ \AA}$, $c_0 = 5,955 \pm 0,005 \text{ \AA}$, $\frac{a}{c} = 1,155 = \sqrt{\frac{4}{3}}$, Laueklasse D_{3d} — $\bar{3}1 \text{ m}$; es bestehen keine gesetzmäßigen Auslöschungen.

Die Raumgruppe läßt sich demnach eindeutig bestimmen zu C_{3v}^2 — $P \bar{3}1 \text{ m}$; als Inhalt der Elementarzelle ergibt sich eine Formeleinheit.

Das Achsenverhältnis $\frac{a}{c} = \sqrt{\frac{4}{3}}$ gibt Anlaß zu einem sehr linienarmen Pulverdiagramm, das dem einer kubischen Substanz sehr ähnlich ist, da in beiden Fällen die $\sin^2\delta$ -Werte ganze Vielfache des $\sin^2\delta$ -Wertes des Reflexes (100) bzw. (10.0) sind. Auch auf Guinieraufnahmen mit $\text{CuK}\alpha_1$ -Strahlung und $2R = 228,6 \text{ mm}$ war keine Verbreiterung der Linien koinzidierender Reflexe, also keine Abweichung vom Achsenverhältnis $\frac{a}{c} = \sqrt{\frac{4}{3}}$ festzustellen.

Bei der Strukturaufklärung wurde im wesentlichen von geometrischen und kristallchemischen Überlegungen ausgegangen, zur Kontrolle wurden Schnitte durch PATTERSON-Projektionen herangezogen. Die Parameterverfeinerung erfolgte wegen Abwesenheit eines Symmetriezentrums über „trial and error“.

Es ergaben sich die in der Tabelle aufgeführten Atomkoordinaten:

Besetzung der Punktlagen im $\text{Na}_2\text{ZnCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

1 Zn	in: O O z	mit z = 0
1 Cl _I	in: O O z	mit z = 0,38
2 Na	in: $\frac{1}{3} \frac{2}{3} z$; $\frac{2}{3} \frac{1}{3} z$	mit z = 0,16
3 Cl _{II}	in: x O z; O x z; $\bar{x} \bar{x} z$	mit x = 0,315; z = 0,89
3 H ₂ O	in: x O z; O x z; $\bar{x} \bar{x} z$	mit x = 0,50; z = 0,37

Der Verlauf der beobachteten und berechneten |F|-Werte stimmt befriedigend überein (die beobachteten |F|-Werte stammen aus Zählrohrmessungen an Einkristallen, die Intensitäten wurden auf Absorption korrigiert, und es wurde in der üblichen Weise von relativen auf absolute |F|-Werte umgerechnet; die berechneten F-Werte sind mit einem Temperaturfaktor versehen). Die Zuverlässigkeitsfaktoren $R = \frac{\sum | |F_o| - |F_c| |}{\sum |F_o|}$ betragen $R_{(hk,0)} = 0,191$ und $R_{(h0,1)} = 0,218$.

Das Zn wird in der Struktur tetraedrisch von 4 Cl umgeben, dabei beträgt der Abstand Zn—Cl $2,26 \text{ \AA}$; die Na werden jeweils von 3 Cl und 3 H₂O umgeben, dabei ist das Koordinationspolyeder der Na kein Oktaeder, sondern liegt zwischen diesem und einem trigonalen Prisma.

Schreibt man den H₂O-Molekülen eine tetraedrische Ladungsverteilung zu, so wird die 2. PAULING'sche Regel exakt erfüllt. — Die Struktur hat ausgesprochenen Schichtcharakter, wobei die Schichtdicke dem c_0 entspricht; jedes Schichtpaket besteht aus zwei Anionenlagen mit dazwischen befindlichen Kationen; dadurch werden die vorzügliche Spaltbarkeit und die richtungsunabhängige Translation nach (00.1) befriedigend erklärt.

Literatur

- (1) SCHINDLER: Mag. Pharm., **36** (1831), 48.
- (2) MARTIN: Miner. Mag., **22** (1931), 519.

H. H. ARNDT (Hamburg): **Ein Vakuumofen zum Zählrohrgoniometer nach Prof. Berthold.**

Im Mineralogischen Institut Hamburg wurde eine Apparatur entwickelt, mit der DEBYE-Diagramme bei Temperaturen bis zu 1000°C im Hochvakuum aufgenommen werden können.

Als Präparatsträger dient eine Quarzglasplatte, die fest gegen einen von innen geheizten Nickelblock gepreßt wird. Dieser kann auch selbst das Pulverpräparat aufnehmen. Durch ein einfaches Verfahren läßt sich das Temperaturfeld innerhalb der Oberfläche homogenisieren. Die Temperaturmessung erfolgt durch zwei Thermoelemente dicht unter der Nickeloberfläche. Die Anzeige wird mit bekannten Schmelzpunkten geeicht.

Zur Untersuchung an leicht oxydierbaren Substanzen im Vakuum wird eine Haube über den Heizkörper gesetzt. Diese besitzt ein Fenster aus einer $0,05\text{ mm}$ starken Kunststoffolie, die durch ein Bronzedrahtgitter abgestützt wird. Der Draht ist so angeordnet, daß keine diskontinuierliche Schwächung des Röntgenstrahls auftritt. Die gesamte Schwächung beträgt ca. 20% . Das Vakuum ist besser als 10^{-4} Torr.

Fortschr. Miner.	37	1	102—108	Stuttgart, Juli 1959
------------------	----	---	---------	----------------------

Satzung

der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft e.V., Sitz Bonn

I. Zweck und Tätigkeit

§ 1

Die Gesellschaft führt den Namen „Deutsche Mineralogische Gesellschaft (e. V.)“; sie ist eine wissenschaftliche und gemeinnützige Gesellschaft. Ihr Zweck ist, Mineralogie, Kristallographie (einschl. Kristallchemie und Kristallphysik), Petrographie, Lagerstättenkunde und Geochemie in Lehre und Forschung zu fördern und die persönlichen und wissenschaftlichen Beziehungen der Mitglieder zueinander zu pflegen. Andere als die vor genannten Zwecke verfolgt die Gesellschaft nicht.

Die DMG ist gleichzeitig Träger einer besonderen Sektion für Kristallkunde, der die Pflege der Kristallkunde einschließlich ihrer Randgebiete obliegt. Ferner fördert die Sektion Beziehungen zu allen wissenschaftlichen Gesellschaften, die an kristallkundlichen Problemen interessiert sind. Für die Wahrung der Interessen bei der „International Union of Crystallography“ bildet die Sektion ein besonderes Nationalkomitee.

Die Gesellschaft hat ihren Sitz in Bonn und ist dort in das Vereinsregister eingetragen.

Das Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.

§ 2

Die Gesellschaft veranstaltet ordentliche Mitgliederversammlungen, wissenschaftliche Tagungen und Lehrausflüge. Sie gibt ein wissenschaftliches Jahrbuch heraus, die „Fortschritte der Mineralogie“. Jedes Mitglied, mit Ausnahme derjenigen, die ausschließlich der Sektion für Kristallkunde angehören, erhält jeweils ein Exemplar des Jahrbuches unentgeltlich.

Die Sektion für Kristallkunde veranstaltet besondere ordentliche Versammlungen ihrer Mitglieder und wissenschaftliche Tagungen. Diese finden in der Regel in den Jahren nicht statt, welche von der „International Union of Crystallography“ für eine „Ordinary General Assembly“ vorgesehen sind. Das in § 1, Abs. 2 erwähnte Nationalkomitee tritt vor den Tagungen der IUC zu ordentlichen Sitzungen zusammen. Letztere sind derart rechtzeitig abzuhalten, daß die Beschlüsse bezüglich der deutschen Vertretung bei den internationalen Tagungen termingemäß durchführbar sind.

II. Mitgliedschaft

§ 3

Die Gesellschaft besteht aus persönlichen und unpersönlichen Mitgliedern. Persönliche und unpersönliche Mitglieder können zugleich auch fördernde Mitglieder sein. Die Gesellschaft kann persönliche Mitglieder und andere natürliche Personen, die sich um die Gesellschaft oder die Wissenschaft der Mineralogie besondere und hervorragende Verdienste erworben haben, zu Ehrenmitgliedern ernennen oder sie durch die Verleihung der Abraham-Gottlob-Werner-Medaille auszeichnen.

§ 4

Mitglieder können alle Personen werden, die sich mit Mineralogie, Kristallkunde, Petrographie, Lagerstättenkunde und Geochemie oder verwandten Gebieten beschäftigen, an den Arbeiten der Gesellschaft Anteil nehmen und sie durch Mitarbeit fördern wollen. Institute, wissenschaftliche Gesellschaften, Behörden, Bibliotheken, Firmen und Betriebe können die unpersönliche Mitgliedschaft erwerben.

Die Mitglieder der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft können gegen Entrichtung eines weiteren besonderen Beitrages der Sektion für Kristallkunde beitreten. Ebenso können der Sektion weitere, nicht der DMG angehörende, persönliche und unpersönliche Mitglieder gegen Entrichtung desselben besonderen Beitrages beitreten, sofern sie den Bedingungen des Abs. 1 genügen.

Zum Mitglied des Nationalkomitees kann jeder deutsche Wissenschaftler gewählt werden.

§ 5

Über die Aufnahme der Mitglieder entscheidet der Vorsitzende auf Vorschlag von zwei persönlichen Mitgliedern. Der Vorsitzende kann in besonderen Fällen die Entscheidung dem Vorstand überlassen, der durch Stimmenmehrheit entscheidet.

Über die Aufnahme der Mitglieder der Sektion für Kristallkunde, welche nicht gleichzeitig Mitglieder der Gesellschaft sind, entscheidet auf Vorschlag von zwei Mitgliedern der Sektion für Kristallkunde der Leiter der Sektion. Er kann in besonderen Fällen die Entscheidung im Einvernehmen mit seinem Stellvertreter treffen.

§ 6

Der Jahresbeitrag für die Mitglieder wird alljährlich für das folgende Geschäftsjahr von der Mitgliederversammlung bestimmt. Er ist im voraus zu zahlen und beträgt für die Studierenden jeweils die Hälfte. Fördernde Mitglieder zahlen einen erhöhten Beitrag, der ihrem Ermessen anheimgestellt ist. Die Beiträge der Sektion für Kristallkunde werden auf deren ordentlichen Mitgliederversammlungen bestimmt. Ehrenmitglieder sind von jeder Beitragszahlung sowohl für die Deutsche Mineralogische Gesellschaft als auch für die Sektion für Kristallkunde befreit.

§ 7

Die Mitgliedschaft erlischt durch Tod, Austritt oder Ausschluß aus der Gesellschaft.

Der Austritt ist für das Ende des Kalenderjahres spätestens bis zum 1. Oktober dem Vorsitzenden schriftlich zu erklären.

Über Ausschluß entscheidet der Vorstand mit Stimmenmehrheit. Ausschluß ist nur zulässig, wenn das Mitglied den Interessen der Gesellschaft entgegenhandelt. Dem Ausgeschlossenen steht das Recht der Berufung an die ordentliche Mitgliederversammlung zu.

Wer zwei Jahre mit dem Jahresbeitrag im Rückstand ist, kann vom Vorstand von der Mitgliederliste gestrichen werden.

Für die ausschließlich der Sektion für Kristallkunde angehörenden Mitgliedern gilt dieser Paragraph sinngemäß, mit der Sektionsleitung und der ordentlichen Mitgliederversammlung der Sektion als zuständigen Organen.

§ 8

Die Ernennung zu Ehrenmitgliedern und die Verleihung der Abraham-Gottlob-Werner-Medaille muß beim Vorstand schriftlich beantragt werden. Über die Zulassung des Antrages entscheidet der Vorstand mit Beirat nach vorheriger schriftlicher Benachrichtigung. Diese Entscheidung muß ohne Gegenstimme erfolgen. Der zugelassene Antrag wird der Mitgliederversammlung zur Abstimmung vorgelegt. Für die Annahme des Antrages ist die Zustimmung von $\frac{2}{3}$ der anwesenden Mitglieder erforderlich.

III. Vorstand und Geschäftsführung

§ 9

Der Vorstand besteht aus dem Vorsitzenden, dem Stellvertreter des Vorsitzenden, dem Leiter der Sektion für Kristallkunde (Sektionsleiter), dem Schriftführer und dem Schatzmeister. Der Vorstand wird von einem Beirat, bestehend aus dem Schriftleiter des Jahrbuches, vier gewählten Mitgliedern und den Ehrenmitgliedern mit beratender Stimme unterstützt. Kein Vorstands- oder Beiratsmitglied darf gleichzeitig zwei durch Wahlen des § 13 zu besetzende Ämter innehaben.

Die Leitung der Sektion für Kristallkunde (Sektionsleitung) besteht aus dem Sektionsleiter, dem Stellvertreter des Sektionsleiters und dem Vorsitzenden des Nationalkomitees (bzw. seines Vertreters). Ist der Leiter der Sektion für Kristallkunde verhindert, an einer Vorstandssitzung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft teilzunehmen, so soll er von seinem Stellvertreter oder einem durch die Sektionsleitung zu bestimmenden Vertreter ersetzt werden. Dieser Vertreter hat für diese Sitzung auch Stimmrecht im Vorstand der DMG.

Die Aufgaben des Vorstandes sind: Die gerichtliche und außergerichtliche Vertretung der Gesellschaft, die Ausführung der Beschlüsse der Mitgliederversammlung, die Herausgabe des Jahrbuches, sowie die laufende Geschäftsführung, ebenso die Verwaltung des Vermögens der Gesellschaft.

§ 10

Der Vorstand wird in der ordentlichen Mitgliederversammlung mit absoluter Mehrheit, der Beirat mit einfacher Mehrheit in geheimer Abstimmung der anwesenden Mitglieder auf die Dauer von zwei Jahren gewählt. (Ausnahmen vgl. Abs. 4 in diesem Paragraphen.) In jedem Jahr scheidet jeweils die Hälfte der gemäß § 13, Ziffer 3 gewählten Beiratsmitglieder aus. Die Wiederwahl der genannten Mitglieder des Vorstandes und der Beiratsmitglieder in gleicher Eigenschaft ist nach ihrem Ausscheiden erst nach zwei Jahren zulässig. Die Wiederwahl des Schriftführers, des Schatzmeisters und des Schriftleiters des Jahrbuches kann uneingeschränkt erfolgen.

Scheidet ein von der Mitgliederversammlung der DMG gewähltes Vorstandsmitglied vorzeitig aus, so finden auf der nächsten (oder gleichen, falls das vorzeitige Ausscheiden durch die Wahl zu einem anderen Amt bedingt ist) Mitgliederversammlung Neuwahlen für den Rest der Amtsperiode statt.

Die einmalige Wiederwahl zum gleichen Amt ist in diesem Fall entweder für den Amtsvorgänger des ausgeschiedenen Vorstands- oder Beiratsmitgliedes oder für die Amtsnachfolge möglich. Bis zu den Neuwahlen bestimmt der Vorstand gegebenenfalls einen Vertreter für das vorzeitig ausscheidende Mitglied. Für den Sektionsleiter und seinen Stellvertreter gilt dieser Absatz sinngemäß, mit der Mitgliederversammlung der Sektion und der Sektionsleitung als zuständigen Organen.

Der amtierende Vorstand hat das Vorschlagsrecht für die neu zu wählenden Mitglieder des Vorstandes und des Beirates. Er ist verpflichtet, diesen Vorschlag zu Beginn der Tagung bekanntzugeben. Ferner ist er verpflichtet, solche Vorschläge vor der Wahl bekanntzugeben, die mit der Unterschrift von wenigstens acht Mitgliedern mindestens eine Stunde vor Beginn der Wahlsitzung bei ihm eingereicht worden sind. Kein Mitglied ist an die Wahlvorschläge mit seiner Stimmabgabe gebunden.

Die Mitglieder der Sektionsleitung und des Nationalkomitees werden auf den ordentlichen Mitgliederversammlungen der Sektion nach den Bestimmungen ihrer Geschäftsordnung gewählt. Letztere regelt auch die Organisation und die Aufgaben des Nationalkomitees. Die Geschäftsordnung der Sektion darf nicht im Widerspruch zu der Satzung der DMG stehen. Wird durch die Mitgliederversammlung der Sektion für Kristallkunde eine Änderung der Geschäftsordnung beschlossen, so überprüft der Vorstand, ob diese keinen Widerspruch zur Satzung der DMG enthält. Wird ein Widerspruch festgestellt, so ist ein entsprechender Änderungsantrag der nächsten Mitgliederversammlung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vorzulegen. Für die Durchführung der Wahlen der Sektionsleitung gelten die Bestimmungen dieses Paragraphen sinngemäß. Die zuständigen Organe sind die Sektionsleitung und die ordentliche Mitgliederversammlung der Sektion.

Die Amtsperiode der neu gewählten Mitglieder des Vorstandes und des Beirates beginnt mit dem Ende der ordentlichen Mitgliederversammlung, auf der sie gewählt wurden.

Die Amtszeiten der Mitglieder des Nationalkomitees werden durch die Geschäftsordnung der Sektion festgelegt.

§ 11

Der Vorstand faßt seine Beschlüsse mit einfacher Stimmenmehrheit, wobei mindestens die Hälfte seiner Mitglieder abstimmen muß. Bei Stimmengleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden, in seiner Abwesenheit die seines Stellvertreters.

Die gleichen Vorschriften gelten für die Sektionsleitung, dagegen werden Beschlußfassungen des Nationalkomitees durch die Geschäftsordnung der Sektion geregelt.

§ 12

Der Vorsitzende hat zu den alljährlichen ordentlichen Mitgliederversammlungen schriftlich einzuladen und die Tagesordnung aufzustellen. Einladungen und Tagesordnung sind möglichst zwei Monate vorher zu versenden oder zu veröffentlichen. Jede ordnungsgemäß einberufene Mitgliederversammlung ist beschlußfähig, wenn wenigstens 50 Mitglieder, darunter drei Vorstandsmitglieder, anwesend sind. Jedes unpersönliche Mitglied kann

einen Vertreter mit der Stimmabgabe beauftragen, doch darf jeder Anwesende nur eine Stimme abgeben.

Absatz 1 gilt sinngemäß auch für die Sektion für Kristallkunde, jedoch ist die ordentliche Mitgliederversammlung der Sektion beschlußfähig, wenn 2 Mitglieder der Sektionsleitung und 10 % der Mitglieder, wenigstens aber 30, anwesend sind.

§ 13

Bei Beginn der ordentlichen Mitgliederversammlung hat der Vorsitzende die ordnungsgemäße Einberufung und die Beschlußfähigkeit festzustellen und in das Protokoll aufnehmen zu lassen. In derselben Sitzung hat der Schriftführer den Jahresbericht und der Schatzmeister den Rechnungsabschluß zwecks Erteilung der Entlastung zu erstatten. Der Vorstand hat vor der Mitgliederversammlung zwei Rechnungsprüfer zur Berichterstattung an die Mitgliederversammlung zu bestellen. Danach finden jährlich abwechselnd durch geheime Abstimmung die Wahlen in den folgenden Ordnungen a) und b) statt:

- a) 1. Vorsitzender
2. Stellvertreter des Vorsitzenden
3. Beiratsmitglieder

- b) 1. Schriftführer und Schatzmeister
2. Schriftleiter des Jahrbuches
3. Beiratsmitglieder

Das Ergebnis jedes Wahlganges wird sofort bekanntgegeben.

Erreicht in den Wahlen der Ziffern 1 und 2 keiner der Kandidaten die absolute Mehrheit, so findet eine Stichwahl zwischen den beiden Personen statt, welche die meisten Stimmen erhalten haben. Dann entscheidet die einfache Mehrheit.

Für die Beiratswahlen hat jedes Mitglied so viel Stimmen, wie neue Mitglieder zu wählen sind, jedoch kann jeder Wähler demselben Kandidaten nur eine Stimme geben. Als gewählt gelten die Kandidaten mit der höchsten Stimmenzahl. Gegebenenfalls sind Stichwahlen durchzuführen.

Nach den Wahlen werden die übrigen Gegenstände der Tagesordnung und die Anträge behandelt. Ort und Zeit der nächsten Versammlung wird nach Möglichkeit von der Jahresversammlung beschlossen. Soweit nach der Satzung nicht eine qualifizierte Mehrheit verlangt wird, entscheidet bei allen Abstimmungen die einfache Mehrheit, bei Stimmengleichheit der Vorsitzende. Abstimmung durch Zuruf ist zulässig, sofern kein Versammlungsteilnehmer die geheime Abstimmung beantragt und dieser Antrag von mindestens 10 % der anwesenden Mitglieder unterstützt wird.

§ 14

Gegenstände zur Tagesordnung oder Anträge für die Mitgliederversammlung sind vom Vorsitzenden (bzw. vom Leiter der Sektion für Kristallkunde für seinen Bereich) zusammen mit der Einladung schriftlich bekanntzugeben. Hängen die Gegenstände bzw. die Anträge nicht mit einer Änderung der Satzung (bzw. der Geschäftsordnung) zusammen, so genügt auch eine spätere Bekanntgabe, jedoch ist dann für deren Diskussion bzw. für eine diesbezügliche Beschlußfassung eine $\frac{4}{5}$ -Mehrheit der anwesenden Mitglieder

notwendig, wenn nicht mindestens 4 Wochen vor der Versammlung die schriftliche Mitteilung erfolgte.

§ 15

Der Schriftführer führt das Sitzungsprotokoll, das von ihm und vom Vorsitzenden zu unterschreiben und im Jahrbuch zu veröffentlichen ist. Bei wissenschaftlichen Sitzungen ist auch über die Diskussionsreden Protokoll zu führen. Jeder Diskussionsredner kann bis zum Schluß der Tagung die von ihm angebrachten Bemerkungen schriftlich einreichen. Der Sitzungsbericht mit Diskussionsbemerkungen erscheint im Jahrbuch.

§ 16

Außerordentliche Mitgliederversammlungen kann der Vorstand jederzeit einberufen. Er ist dazu verpflichtet, wenn mindestens zehn Prozent der Mitglieder einen entsprechenden Antrag mit Angabe der Tagesordnung stellen.

Die Einberufung soll spätestens 4 Wochen vor der Versammlung erfolgen. Für die Einberufung außerordentlicher Mitgliederversammlungen der Sektion für Kristallkunde durch die Sektionsleitung gilt Abs. 1 sinngemäß. Für außerordentliche Sitzungen des Nationalkomitees gelten die Bestimmungen der Geschäftsordnung der Sektion.

IV. Gemeinnützigkeit

§ 17

Die Gesellschaft verfolgt ausschließlich gemeinnützige Zwecke. In finanzieller Hinsicht ergibt sich daraus:

1. Gewinne irgendwelcher Art dürfen nur für die satzungsmäßigen Zwecke verwendet werden. Insbesondere sind die beim jährlichen Rechnungsabschluß auftretenden Überschüsse restlos auf das folgende Rechnungsjahr zu übertragen. Die Mitglieder erhalten weder Gewinnanteile noch sonstige Zuwendungen aus Gesellschaftsmitteln. Die Bestimmung von § 2, zweiter Satz, bleibt davon unberührt.
2. Die Mitglieder erhalten bei ihrem Ausscheiden keinerlei Rückzahlungen aus ihren Beiträgen.
3. Verwaltungsausgaben dürfen nur für die Zwecke der Gesellschaft gemacht werden. Aufwendungen für Sach- und Dienstleistungen im Auftrage der Gesellschaft werden nach dem „Gesetz über Reisekosten für Beamte“ vergütet, bei Überschreitung dieser Sätze in Höhe der nachgewiesenen Barauslagen.

V. Änderung der Satzung und Auflösung der Gesellschaft

§ 18

Satzungsänderungen können nur in einer beschlußfähigen Mitgliederversammlung und nur mit Dreiviertelmehrheit beschlossen werden.

Die Auflösung der Gesellschaft kann erst dann als beschlossen angesehen werden, wenn sie auf zwei beschlußfähigen Mitgliederversammlungen jeweils mit $\frac{3}{4}$ -Mehrheit beschlossen wurde, von denen die eine in der BRD und die

andere in der DDR stattgefunden haben. Im Falle der Auflösung ist nach Erfüllung der Verbindlichkeiten der verbleibende Überschuß des Vermögens durch drei vom Vorstand zu bestellende Liquidatoren zur Verwendung im Sinne der Gesellschaft der „Deutschen Forschungsgemeinschaft“ zu übergeben.

Für die Auflösung der Sektion für Kristallkunde gelten die vorstehenden beiden Absätze sinngemäß. Zuständige Organe sind in diesem Fall die Mitgliederversammlungen der Sektion für Kristallkunde.

10. Januar 1959.

Fortschr. Miner.	37	1	109—114	Stuttgart, Juli 1959
------------------	----	---	---------	----------------------

Bericht über die Gründung der International Mineralogical Association (IMA) im April 1958 in Madrid

Vorbereitung:

Anlässlich des 4. Kongresses der International Union of Crystallography in Montreal, Canada (Juli 1957) trafen sich Bevollmächtigte wissenschaftlicher Gesellschaften mit mineralogischen Interessen von 14 Ländern (Österreich, Belgien, Canada, Chile, Frankreich, Deutschland, Italien, Japan, Spanien, Schweden, Schweiz, USSR, England, USA), um über die Wünschbarkeit der Gründung einer Internationalen Mineralogischen Association zu beraten. Die Frage wurde bejaht und ein vorbereitendes Komitee gewählt:

Chairman:	Dr. Claringbull (Great Britain)
Vice-Chairman:	Prof. Laves (Germany)
Secretary-Treasurer:	Prof. Amoros (Spain)
Councillors:	Prof. Berry (Canada)
	Dr. Guillemin (France)
	Prof. Fornaseri (Italy)
	Prof. Wickman (Sweden)
	Prof. Grigoriev (USSR)
	Prof. Buerger (USA)

Gründung:

Ab Dezember 1957 wurden verschiedene orientierende Schreiben an alle mineralogischen Gesellschaften versandt mit der Aufforderung, Delegierte zu einer Gründungsversammlung zu entsenden, welche auf Einladung des „Consejo Superior de Investigaciones Científicas“ in Madrid am 8. April 1958 stattfand. Auf dieser Sitzung, die von Prof. F. LAVES präsiert wurde, wurde einstimmig die Gründung einer „International Mineralogical Association“ beschlossen.

An Delegierten waren anwesend (die nach den vorläufig vorbereiteten Statuten stimmberechtigten Personen sind kursiv gedruckt):

Austria:	<i>Dr. A. Preisinger</i>
Belgium:	<i>Dr. R. van Tassel</i>
Canada:	<i>Prof. L.G. Berry</i>
Finland:	<i>Prof. T.G. Sahama</i>
France:	<i>Mlle S. Caillère</i>
	<i>Dr. C. Guillemin</i>
Germany:	<i>Prof. F. Laves</i>
	<i>Prof. F. Leutwein</i>
	<i>Prof. H. Winkler</i>

Great Britain:	<i>Prof. C.E. Tilley</i> Dr. N.F.M. Henry
Italy:	<i>Prof. E. Onorato</i> Dr. M. Fornaseri Dr. G. Fagnani
Japan:	<i>Prof. T. Ito</i> Dr. N. Katayama Dr. I. Sunagawa
Netherlands:	<i>Prof. F. E. de Wijs</i>
Spain:	<i>Prof. J. L. Amoros</i> Prof. V. Aleixandre
Sweden:	<i>Prof. F. E. Wickman</i>
Switzerland:	<i>Prof. R. L. Parker</i>
USA:	<i>Prof. M. J. Buerger</i> Prof. C. Frondel
USSR:	<i>Prof. D. P. Grigoriev</i> Prof. Vlassow

Weiterhin wurden auf dieser Sitzung die vom provisorischen Komitee vorbereiteten Statuten und die Geschäftsordnung diskutiert und nach Verbesserungen beschlossen.

1. Geschäftssitzung:

Am 9. April fand die erste Geschäftssitzung der IMA statt. Auf Grund der am Vortage beschlossenen Statuten wurde das erste Executive Committee gewählt:

President:	Prof. Parker (Switzerland)
1. Vice-President:	Prof. Wickman (Sweden)
2. Vice-President:	Prof. Grigoriev (USSR)
Secretary:	Prof. Amoros (Spain)
Treasurer:	Prof. Fisher (USA)
Councillors:	Prof. Orcel (France) Prof. Onorato (Italy) Prof. Ito (Japan)

Danach wurde die Sitzung unter Vorsitz des neu gewählten 1. Präsidenten der IMA, Herrn Prof. Parker, fortgesetzt. Es wurde die Einsetzung folgender Kommissionen beschlossen, sowie deren Vorsitzende und Sekretäre gewählt:

Commission on Abstracts:	
Chairman: Prof. Onorato	Secretary: Dr. Henry
Commission on Data:	
Chairman: Prof. Strunz	Secretary: Prof. Pabst
Commission on New Minerals:	
Chairman: Dr. Fleischer	Secretary: Dr. Guillemin
Commission on Museums:	
Chairman: Prof. Frondel	Secretary: Prof. Leutwein

Weiterhin wurde beschlossen:

1. daß jede Mitglieds-Gesellschaft der IMA berechtigt sei, für jede Kommission ein Mitglied namhaft zu machen,
2. daß der in den Statuten definierte Einheitsbetrag (Unit), nach welchem sich die Mitgliedsbeiträge der Länder errechnen, \$ 10.— pro Jahr betragen solle.

Weitere Sitzungen:

Es wurden vier weitere Sitzungen abgehalten, in welchen von den Delegierten folgende Probleme diskutiert wurden: Nomenklatur und Neue Mineralien; Mineralogische Museen; Mineralogisches Referatewesen; Mineraldaten und Publikationen. In einem Symposium über laufende Forschungen und zukünftige Forschungserwartungen sprachen: V. Aleixandre, M. Fornaseri, D. P. Grigoriev, T. Ito, F. Laves, A. Preisinger, T. Sahama, A. San Miguel und C. E. Tilley.

Eine großzügige Gastfreundschaft des „Consejo Superior de Investigaciones Cientificas“ ermöglichte den Delegierten gesellige Zusammenkünfte bei einem „Vino de Honor“ am 8. April und bei einem Bankett zum Abschluß der Tagung am 10. April. Es sei auch dankend erwähnt, daß sich die Delegierten während der gesamten Tagung in jeder Beziehung als Gäste des C.S.I.C. fühlen durften.

Vor und nach der Tagung fanden Exkursionen in der Umgebung von Barcelona und von Madrid über Toledo, die Bleiminen von Linares, Valdepenas, Cordoba bis nach Granada statt. Auch hierfür gilt unser Dank dem C.S.I.C. und unseren spanischen Kollegen, insbesondere Herrn Prof. Amoros, Madrid.

F. LAVES, Zürich

Statutes and Bye-laws¹⁾
of the
INTERNATIONAL MINERALOGICAL ASSOCIATION

1. Name

The name of the organization shall be "The International Mineralogical Association".

2. Object

The object of the Association shall be to further international co-operation in mineralogical science.

3. Members

The members of the Association shall be Mineralogical Societies (or other equally representative bodies of mineralogists) of national standing; only one such society or body from any one country may join. In what follows the words "member society" shall be deemed to include such a representative body. Applications for membership should be submitted to the Executive Committee which has power of decision.

4. Representation

Each member society shall have the right to be represented by one delegate with power to vote. In addition, alternates up to a maximum of four representing each member society may be present at business meetings, but these shall not have power to vote.

5. Executive Committee

The Executive Committee shall consist of nine members. The officers of the Association shall be the President, the First and Second Vice-President, the Secretary, the Treasurer, three Councillors, and the retiring President.

6. Election of Executive Committee

The Executive Committee shall be elected by ballot. Nominations for the offices of the new Executive Committee shall be made by the acting Executive Committee. Delegates shall be entitled to make additional nominations for these offices, provided that at least three delegates nominate the same person for a particular office. No delegate shall nominate more than one person for a particular office. The secretary of the Association shall circulate all nominations to the delegates at least ten weeks before the date of election. Each delegate shall have one vote for each office to be filled.

7. Term of Office of the Executive Committee

The officers of the Executive Committee shall hold office for four years (except those first elected).

¹⁾ Verschiedene Änderungen und Verbesserungen dieser Statuten sind für die nächsten Geschäftssitzungen (Zürich, Sept. 1959; Kopenhagen 1960) vorgesehen.

8. Finance

The Executive Committee shall be responsible to the Association at its business meetings for the conduct of financial affairs. Each member society shall pay annually to the Association the following dues, these being based on its resident personal membership for the preceding year:

- (a) Resident personal membership up to and including 150: 2 units.
- (b) For each additional hundred or part thereof: 1 unit.

The value of the unit will be decided at each business meeting.

9. Powers of the Executive Committee

- (a) The Executive Committee shall be charged with the conduct of such business as may be delegated to it by the business meeting of the Association and shall have authority to act for the Association between business meetings of delegates.
- (b) At meetings of the Executive Committee the quorum shall consist of five, of whom two at least shall be the president and/or a vice-president and the secretary.

10. Commissions

- (a) The Association shall have as many commissions to carry on its work as shall be decided by business meetings of delegates.
- (b) The chairman, secretary, and the members of each commission shall be nominated and elected at a business meeting of delegates. Further members may be co-opted and vacancies may be filled by the commissions themselves.
- (c) The Commissions shall be responsible to the business meeting of delegates, but shall in general have freedom to draw up their own rules of procedure, their method of work, and dates of their meetings.
- (d) The chairman of each Commission shall report on its activities to the business meeting of delegates. These reports shall be sent to the secretary of the Association at least fourteen weeks before the date of the business meeting of delegates. The secretary of the Association shall send these reports to the delegates at least ten weeks before the business meeting of delegates.

11. Business Meetings

- (a) A business meeting of delegates shall be held as often as deemed necessary by the Executive Committee, but at least once every four years.
- (b) A business meeting shall be called by the Executive Committee on the written request of one quarter of the delegates, as soon as possible, but in any case within one year.
- (c) A quorum shall consist of one-third of the delegates.

12. Appointment of Auditors

The business meeting of delegates shall appoint auditors to audit the accounts and scrutinize the ballot votes.

13. Amendments

The statutes and bye-laws can only be amended at business meetings. Notice of the proposed amendments shall be given to the delegates at least ten weeks before the date of business meetings. A two-thirds majority of the delegates present at the business meeting shall be required in order to effect any such change. Proposed amendments to the statutes and bye-laws should be submitted to the Executive Committee at least fifteen weeks before the business meeting.

Fortschr. Miner.	37	1	115	Stuttgart, Juli 1959
------------------	----	---	-----	----------------------

Société Française de Minéralogie et de Cristallographie 1, rue Victor Cousin — Paris 5°

1958

Président: M. J. Jung

Secrétaire Général: M. A. J. Rose

Trésorier: M. H. Curien

Éditeur: Librairie Masson, 120, Bld. St. Germain, Paris 6°

La Société française de Minéralogie et de Cristallographie, fondée en 1878, publie chaque année dans un bulletin trimestriel les travaux d'intérêt minéralogique et cristallographique de ses membres.

Des séances mensuelles ont lieu le second jeudi de chaque mois au Laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne, 1, rue Victor Cousin, Paris 5°, au cours desquelles sont présentés des communications et des échantillons minéralogiques.

Pour devenir membre de la Société, il faut être présenté par deux membres et agréé par le Conseil d'Administration. L'élection est mise à l'ordre du jour de la séance qui suit celle où la présentation a été faite.

Les cotisations annuelles:

personnes physiques: France: 1200 fr. — Étranger: 1800 fr.

personnes morales: France: 1800 fr. — Étranger: 2400 fr.

doivent être versées au Trésorier: M. Curien, Laboratoire de Minéralogie, 1, rue Victor Cousin, Paris 5°, ou effectuées par virement au compte chèque postal suivant: Société française de Minéralogie et de Cristallographie, 1, rue Victor Cousin, Paris 5°, C. C. P.: Paris 6168—45.

Les membres de la Société reçoivent gratuitement le Bulletin trimestriel. Ils peuvent obtenir un diplôme de Sociétaire sur demande adressée au Secrétaire (prix: 300 fr.).

Pour s'abonner, s'adresser à la Librairie Masson, 120, Boulevard St. Germain, Paris 6°. Le prix de l'abonnement est de 2500 fr. ou \$ 8.

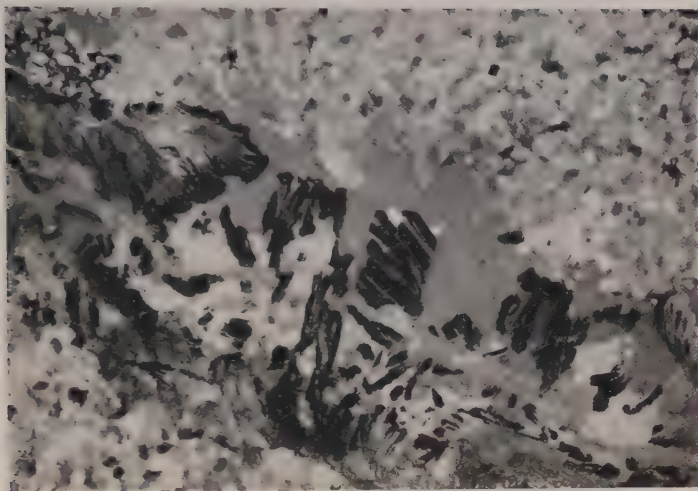


Abb. 1. Rooiberg B Mine, 672 level.

Gang mit „fingerförmigem“ Zinnstein (in Kalzit eingebettet) durchsetzt Quarzit. + N.
Vergr. 60.



Abb. 2. Leeuwpoort, Spruits.

Magnetit (mittelgrau, im Zentrum) weitgehend in Hämatit (hellgraue „Balken“ und wirrstrahlige Aggregate) umgewandelt. Jeweils jünger sind Pyrit (weiß, mit etwas Relief) und Kupferkies (Spur dunkler). Gangart ist dunkelgrau. Anschliff. Vergr. 150.



Bild 1

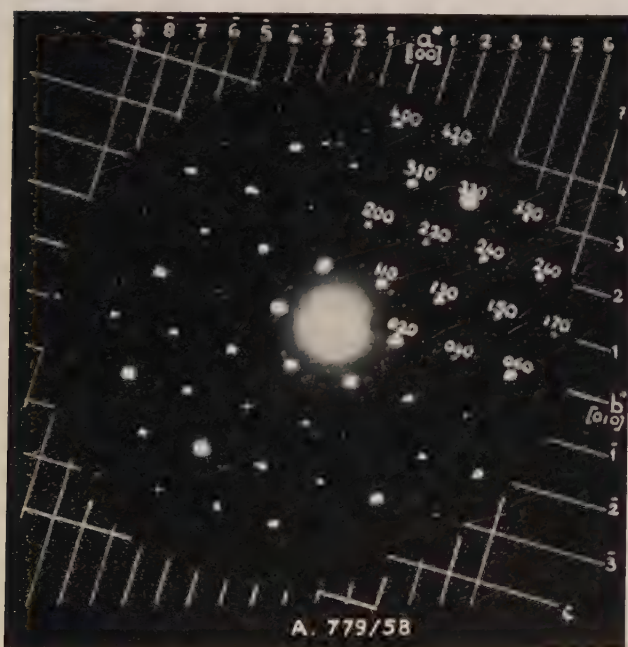


Bild 3

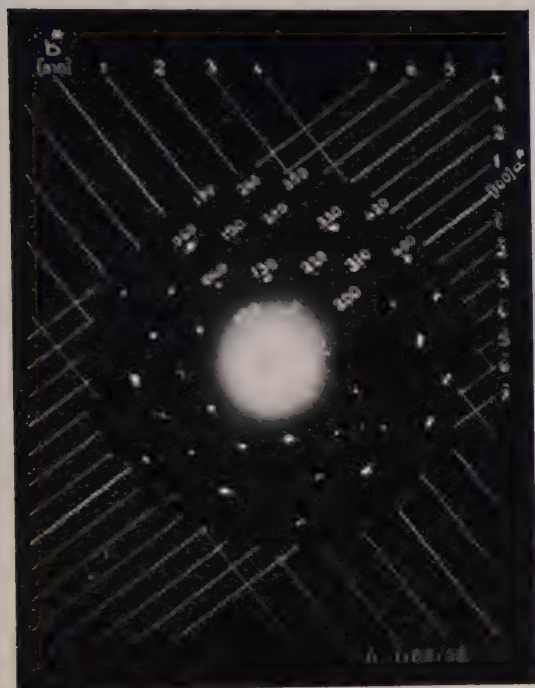
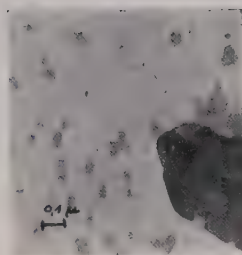


Bild 4 a



4 b

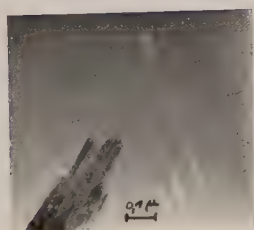
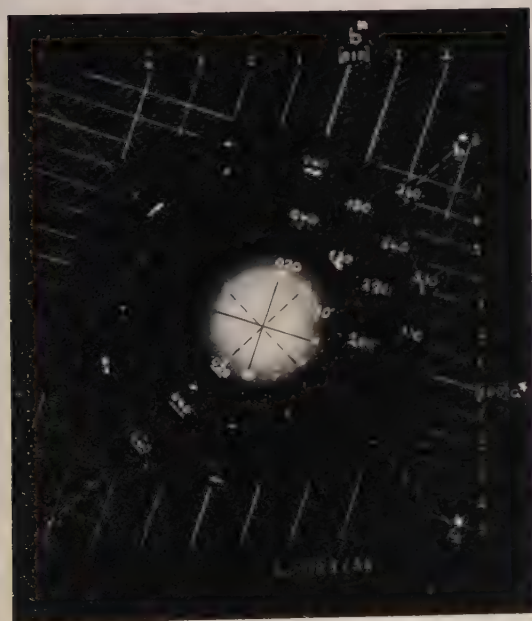
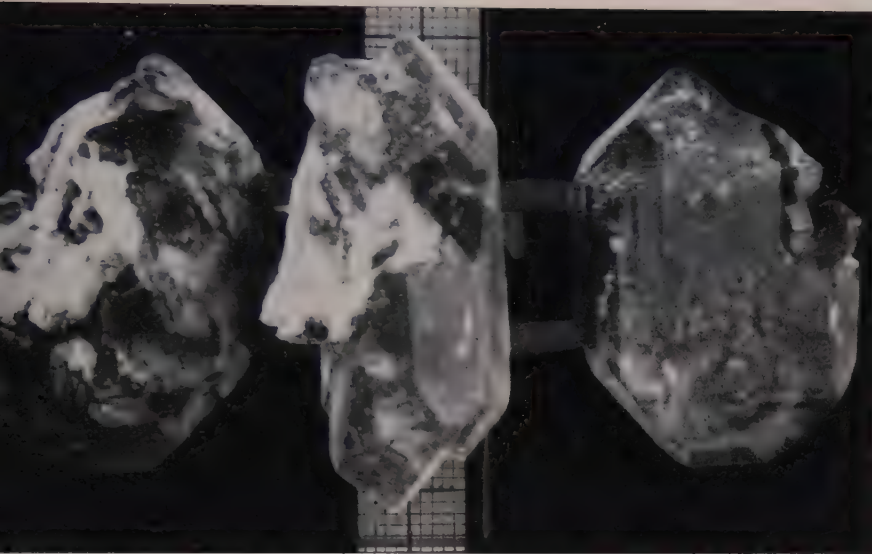
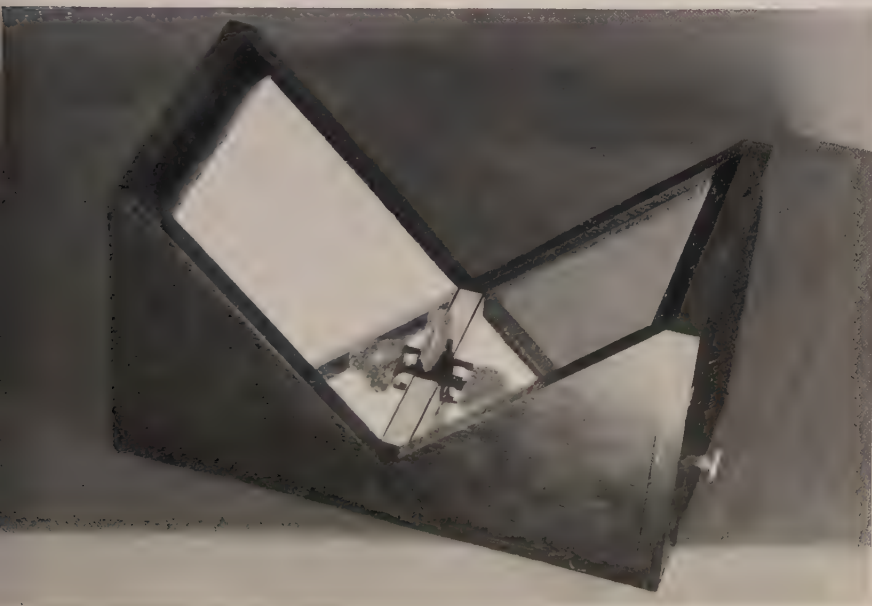


Bild 5 a

5 b



Ansicht eines Kristalls von 3 Seiten nebst Millimeterskala, mit dem Spiegelgerät aufgenommen.



Spiegelgerät nach Rösch zum Photographieren kleiner Objekte.

S. Rösch: Photographische Verfahren zur Herstellung von Strukturmodell-Stereobildern . . .

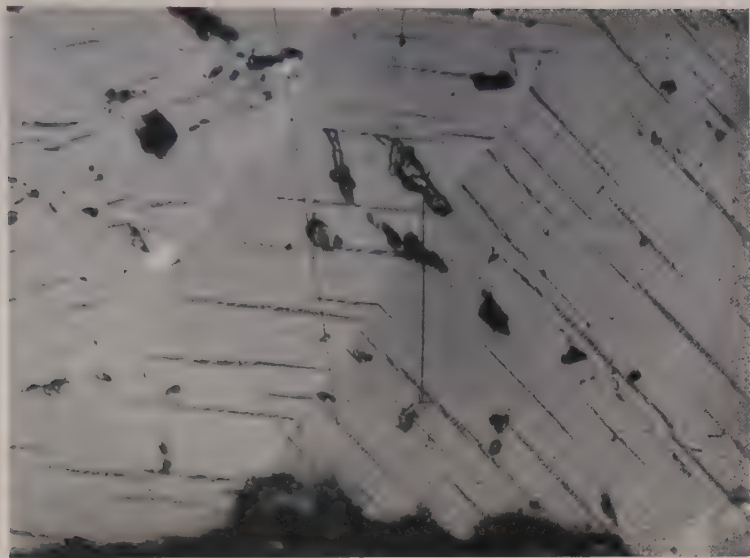


Abb. 1. Gallit von Tsumeb, breite Zwillingslamellen, mit feinen Entmischungslamellen von Zinkblende (STRUNZ, GEIER, SEELIGER 1958).

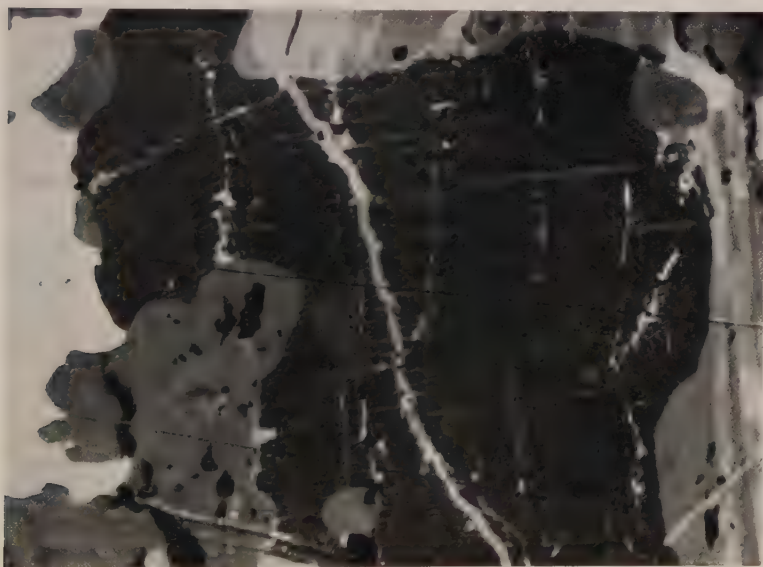


Abb. 2. Gallit von Tsumeb, Entmischungslamellen in Zinkblende (E. HAUGK, Bergmännische Studienarbeit, TU Berlin 1958).

H. STRUNZ: Tsumeb, seine Erze und Sekundärminerale ...

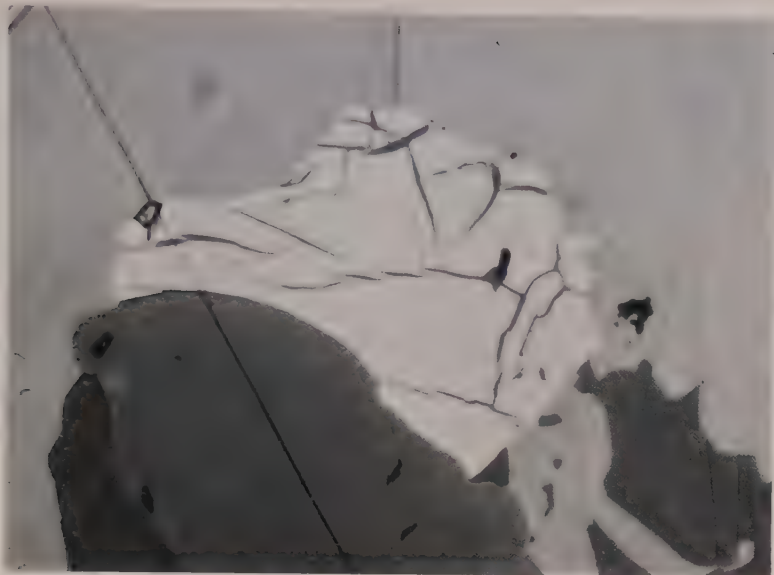


Abb. 3. „Mineral S“ von Tsumeb, ein Aggregat von wohl 3 Körnern, von denen 2 etwa parallel (001) und 1 parallel (001) zufällig geschnitten sind. Zartgrau dagegen Bleiglanz, mittelgrau Reniérit, noch etwas dunkler Bornit. Vergr. 750 \times , $\frac{1}{2}$ a Öl, 1 N. (STRUNZ und SEELIGER).

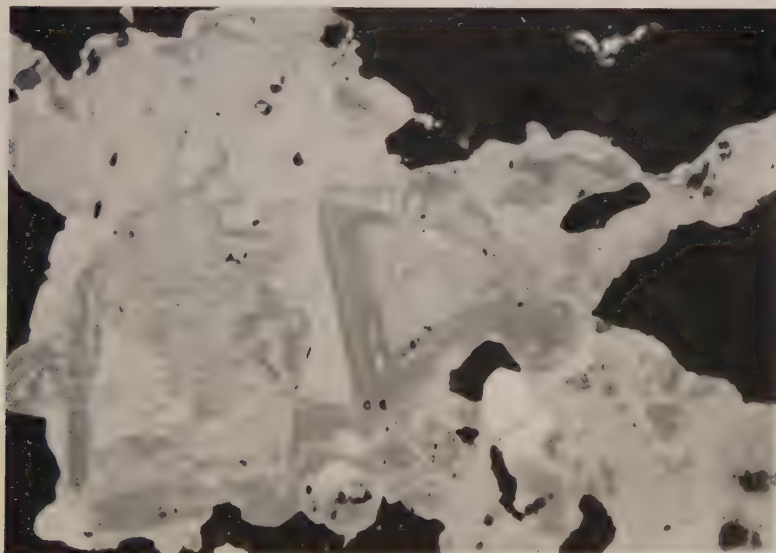
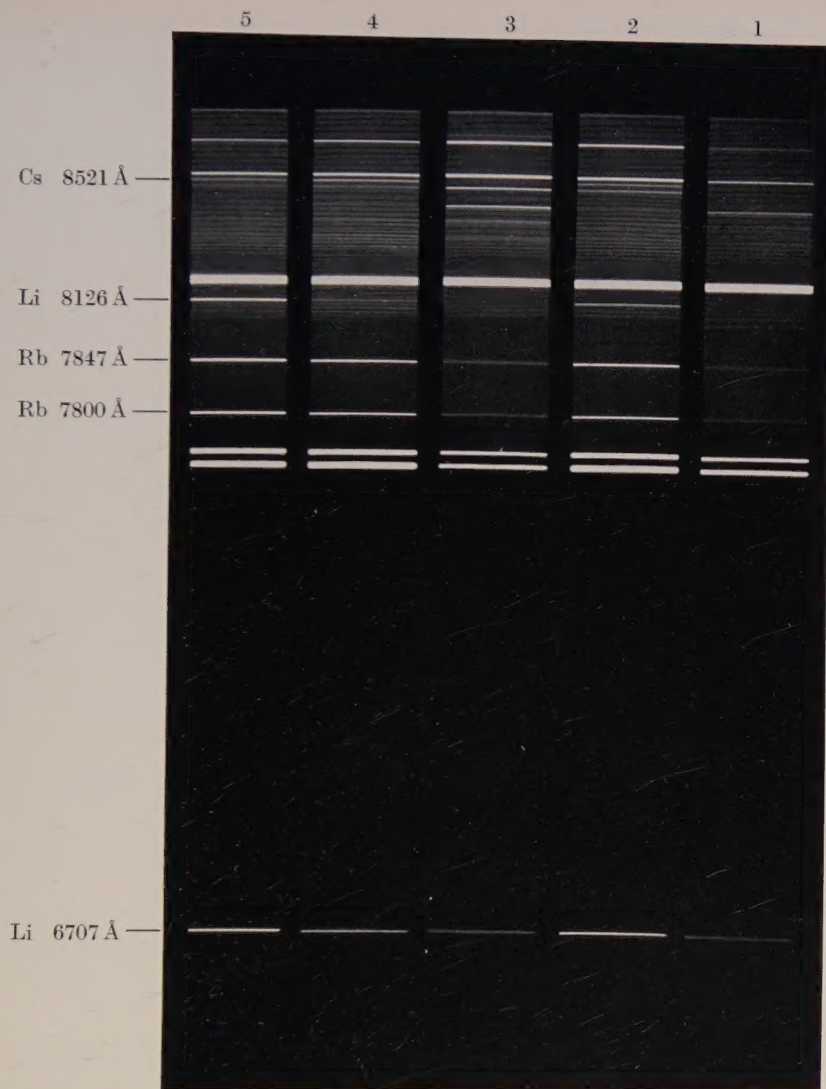


Abb. 4. Idiomorpher Germanit im Erz von Tsumeb, mit tetraedrischer Entwicklung und deutlichem Zonenbau.

H. STRUNZ: Tsumeb, seine Erze und Sekundärminerale ...



Alkalimetallspektren altersverschiedener deutscher Granite im infraroten Spektralbereich:

1. Prävariskischer Granit Steinbruch im Amseltal bei Katzhütte im Schwarzburger Sattel.
2. Variskischer Granit vom Henneberg bei Wurzbach/Ostthüringen.
3. Prävariskischer Granit: Steinbruch im Weidenbachtal nahe Hirschberg an der Saale.
4. Variskischer Zweiglimmergranit von Sparnberg-Pottiga. Bohrung Saalgut I/336 m.
5. Spätvariskischer Zinngranit von Altenberg/Osterzgebirge.

H. Moenke: Unterschiede im Spurenelementgehalt altersverschiedener deutscher Granite.

Tafeln zum Bestimmen der Minerale nach äußeren Kennzeichen

mit drei Hilfstafeln: Morphologische Kennzeichen, Chemische Kennzeichen
Mikroskopisch-optische Kennzeichen von

Prof. Dr. H. v. Philipsborn

Kustos am Museum des Mineralogisch-Petrolog. Instituts der
Universität Bonn

XXVII, 244 Seiten, Format 26,5 x 19 cm. — Mit 289 Kristallbildern auf
10 Tafeln und 1 Textabbildung - 1953 - In Leinen gebunden DM 17.—

Alle modernen Ansprüche, die an ein solches Buch gestellt werden müssen, erfüllt dieses Werk von H. v. Philipsborn, 1929–1945 Inhaber des Lehrstuhls für Mineralogie der Bergakademie Freiberg. Die Gliederung erfolgte sehr zweckmäßig in die Haupttafeln und in 3 Hilfstafeln.

Eine ausführliche Anleitung, geschrieben aus den reichen Erfahrungen des Verfassers in Bestimmungsübungen, wird es auch dem zunächst Ungeübten ermöglichen, mit Hilfe der Tabellen ein sicherer Mineralbestimmer zu werden. Die vor den Haupttafeln angefügte „Terminologie in 5 Sprachen“ will dem, der die deutsche Sprache nicht beherrscht und die Tafeln zur Hand nimmt, gute Dienste leisten.

Das v. Philipsbornsche Werk dürfte nicht nur für die Ausbildung der Mineralogen und Geologen, der Berg- und Hüttenleute von großem Wert sein, sondern sich auch in der Hand des Praktikers als ein gern benutztes zuverlässiges Nachschlagewerk bewähren.

Ein ausführlicher Prospekt mit Inhaltsübersicht und Textproben
wird auf Wunsch gerne kostenlos abgegeben.

Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale

Teil 1: Bestimmungstabellen

Von

Dr.-Ing. W. Ehrenreich Tröger

ord. Professor für Mineralogie, Gesteins- und Lagerstättenkunde
an der Universität Freiburg i. Br.

2. verbesserte Auflage

der „Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale“

17 Tabellen, 90 Diagramme, 258 Figuren, 16 Stereogramme im Text und auf
2 Beilagen, 10 Nomogramme, XI, 147 Seiten, Format: 16,5 x 25 cm. — 1956
In Leinen gebunden 27.80 DM

Nachdem die im Jahre 1952 erschienenen „Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale“ allgemein eine sehr gute Aufnahme gefunden haben und aus den Fachkreisen häufig Stimmen laut geworden sind, auch einen beschreibenden Teil zu den „Tabellen“ herauszubringen, haben sich Autor und Verlag entschlossen, die 2. Auflage in erweiterter Form, nämlich in einem Tabellen-Band und einem gesonderten Text-Band erscheinen zu lassen. Damit wurde ein schon ursprünglich gefaßter Plan durchgeführt und gleichzeitig der Wunsch vieler Benutzer und Kritiker erfüllt. Es konnte dadurch eine wesentliche Erweiterung der paragenetischen und differentialdiagnostischen Hinweise erfolgen. Der Textband, der voraussichtlich noch 1958 erscheinen kann, wird diese beiden Kapitel besonders betonen.

In der vorliegenden 2. Auflage der „Tabellen“ wurden eine ganze Reihe von Verbesserungen und Neuerungen eingefügt. So wird der 1. Teil („Bestimmungstabellen“) der „Optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale“ in neuer Auflage zu seinen bisherigen Benützern rasch viele neue Freunde gewinnen, die sich des Werkes als bewährten Hilfsmittels sicher sehr gerne bedienen werden. Mit Erscheinen des 2. Teiles (Textband) liegt dann ein abgerundetes Werk über die „Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale“ vor, das für jeden Kristallographen, Mineralogen und Petrographen unentbehrlich ist.

Zentralblatt für Mineralogie

Referierorgan für die gesamten Fachgebiete der Kristallographie, Mineralogie, Petrographie, technischen Mineralogie, Geochemie und Lagerstättenkunde

Die Zeitschrift erscheint in 2 einzeln beziehbaren Teilen:

Teil I

Kristallographie und Mineralogie

unter der Schriftleitung von Prof. Dr. H. O'Daniel, Frankfurt a. M.
Von Teil I erscheinen jährlich 4 Hefte.

Teil II

Petrographie, technische Mineralogie

unter der Schriftleitung von Prof. Dr. K. F. Chudoba, Göttingen.

Geochemie und Lagerstättenkunde

unter der Schriftleitung von Prof. Dr. H. Schneiderhöhn, Freiburg i. Br.
Von Teil II erscheinen jährlich 5 Hefte.

Die Zentralblatt-Hefte werden einzeln bei Ausgabe berechnet. Der Preis eines Heftes richtet sich nach dem Umfang.

Als Gegenstück zum Zentralblatt für Mineralogie erscheint im gleichen Verlag das **Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil I und II** (ebenfalls Referierorgan).

Auskunft darüber wird gerne gegeben.

REPERTORIUM

zum

Neuen Jahrbuch und Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

für die Jahrgänge 1941—1949 sowie für die Beilagebände (Abhandlungen) 77—79 der Abteilung A, 85—90 der Abteilung B und Sonderband III

Bearbeitet von **Dr.-Ing. Walther Fischer**

Es gelangt in 2 Bänden zur Ausgabe:

Band I: Personenverzeichnis

bestehend aus 2 Lieferungen. III, 922 Seiten. 1955. DM 190.—.

Band II: Sach- und Ortsverzeichnis

Lieferung 1. 480 Seiten. 1958. DM 138.—.

Lieferung 2. 480 Seiten. 1958. Geheftet. DM 138.—.

Lieferung 3. 448 Seiten. 1959. Geheftet. DM 138.—.

Lieferung 4 befindet sich in der Drucklegung.

Das Repertorium ist für die Benützer des „Neuen Jahrbuchs“ und „Zentralblatts“ sehr wertvoll und zweckdienlich. Sind doch im *Personenverzeichnis* die Titel aller für den Zeitraum von 9 Jahren im „Neuen Jahrbuch“ und „Zentralblatt“ erschienenen bzw. referierten Arbeiten, alphabetisch nach Verfassern geordnet, enthalten. Im *Sachverzeichnis* ist stichwortartig auf die betreffenden Arbeiten und Referate verwiesen. Die Länderverweise beziehen sich auf die Grenzen von heute.